

Michel ROUX

Entrepôts et magasins

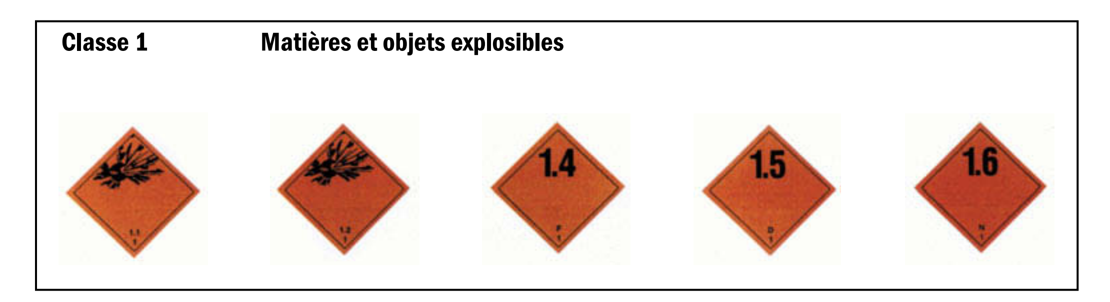
4e édition

Tout ce qu'il faut savoir pour concevoir une unité de stockage

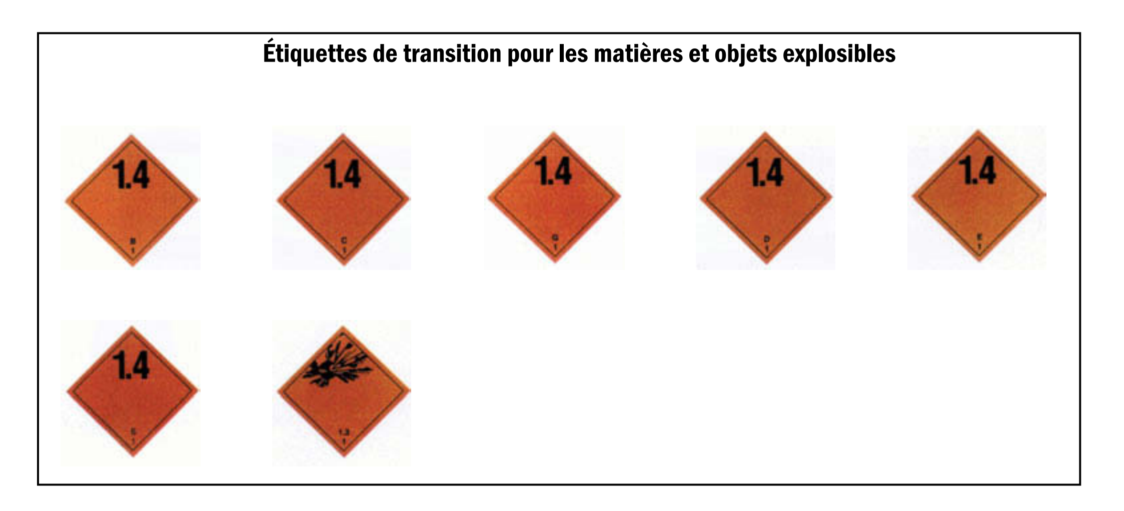
EYROLLES
Éditions d'Organisation

Étiquettes de danger primaire

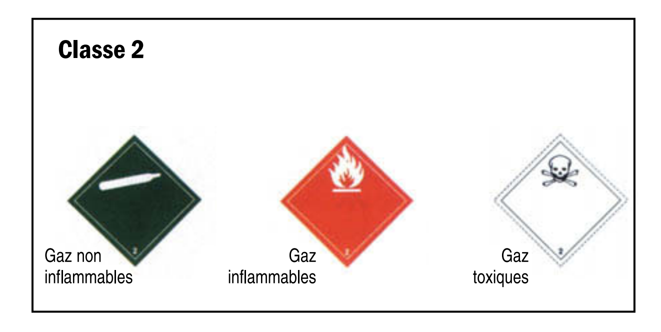
Classe 1 Matières et objets explosibles



Étiquettes de transition pour les matières et objets explosibles



Classe 2

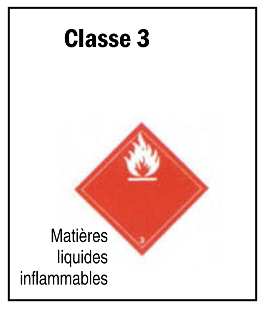


Gaz non inflammables

Gaz inflammables

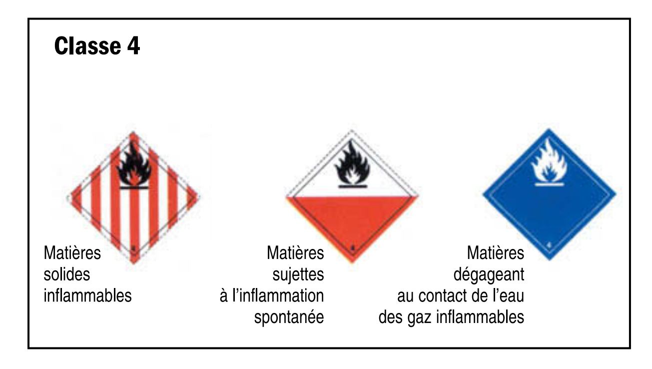
Gaz toxiques

Classe 3



Matières liquides inflammables

Classe 4

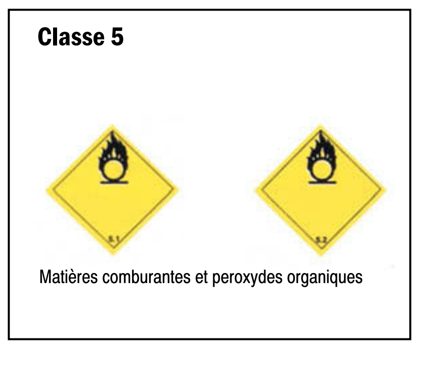


Matières solides inflammables

Matières sujettes à l'inflammation spontanée

Matières dégageant au contact de l'eau des gaz inflammables

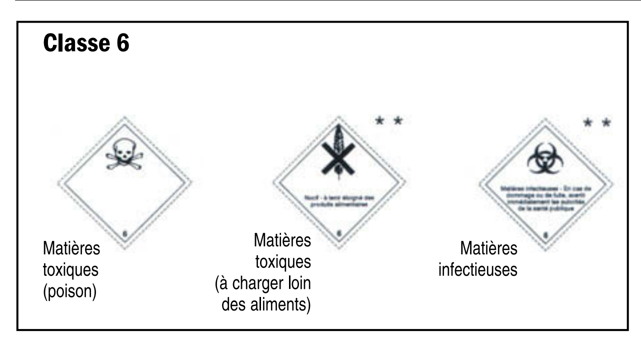
Classe 5



Matières comburantes et peroxydes organiques

Étiquettes de danger primaire (suite)

Classe 6

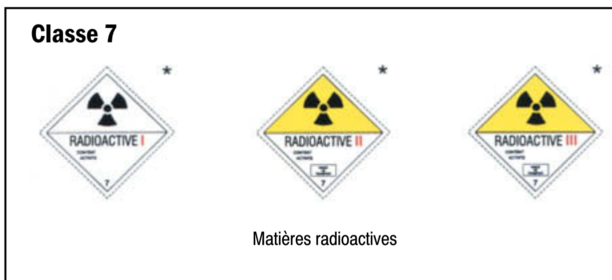


Matières toxiques (poison)

Matières toxiques (à charger loin des aliments)

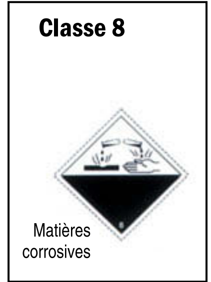
Matières infectieuses

Classe 7



Matières radioactives

Classe 8

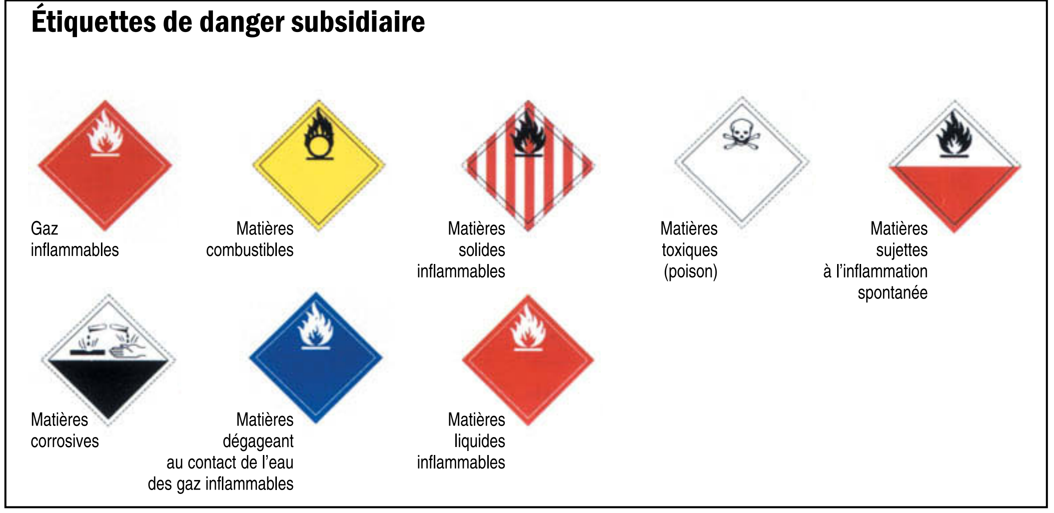


Matières corrosives

Classe 9



Étiquettes de danger subsidiaire



Gaz inflammables

Matières combustibles

Matières solides inflammables

Matières toxiques (poison)

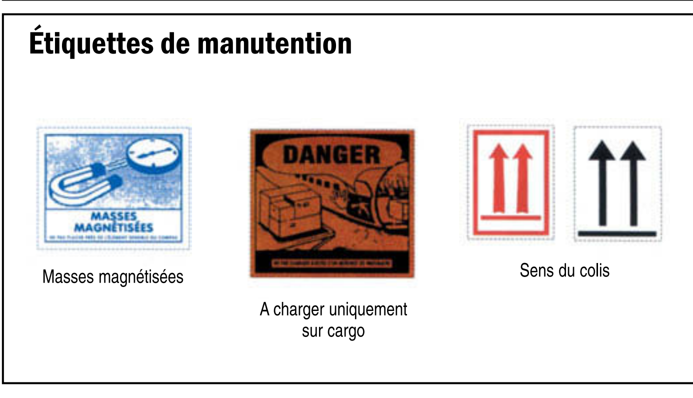
Matières sujettes à l'inflammation spontanée

Matières corrosives

Matières dégageant au contact de l'eau des gaz inflammables

Matières liquides inflammables

Étiquettes de manutention



Masses magnétisées

A charger uniquement sur cargo

Sens du colis

Entrepôts et magasins

Éditions d'Organisation
Groupe Eyrolles
61, bd Saint-Germain
75240 Paris Cedex 05

www.editions-organisation.com
www.editions-eyrolles.com

Pour entrer en contact avec l'auteur : microux@club-internet.fr

Du même auteur avec Tong Liu, chez le même éditeur :

Optimisez votre plate-forme logistique, 3e édition

Cet ouvrage est la suite logique de l'ouvrage *Entrepôts et magasins.* En quelque sorte, il en constitue le tome 2. Il comprend trois parties, un aide-mémoire contenant de nombreuses données numériques (dimensions, temps, vitesse, etc.), un outil d'auto-audit de 300 questions avec le référentiel associé sur CD-rom et, enfin, tout une série d'exercices accompagnés de leur corrigé.

Du même auteur, chez le même éditeur :

Appels d'offres

L'auteur détaille la procédure à suivre pour rédiger un cahier des charges, élaborer une offre puis analyser les offres afin de les comparer. De nombreux exemples sont tirés de projets logistiques.



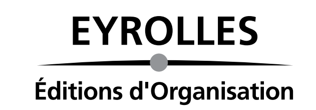
ISBN : 978-2-212-54032-1

Michel Roux

ENTREPÔTS ET MAGASINS

Tout ce qu'il faut savoir pour concevoir une unité de stockage

Quatrième édition



Remerciements

Un grand merci à ceux qui ont apporté une aide précieuse à la rédaction de cet ouvrage :
Jean Yves ALVISET, Maître ès transports
Gilles FLEURY, Maître ès WMS
Francis GULON, Maître ès tableaux de bords
Pierre JAMAIN, Colonel des pompiers
Armelle MULLER, Directeur du laboratoire du feu et de l'environnement, expert en sécurité incendie

Merci aux sociétés qui ont permis l'usage de photos de leurs installations :
BT Manutention
Constructor Dexion
Fenwick
Infflux
Otor Picardie
Samovie Logistique
Savoye Logistics
Synhelios
TXCom

Merci à mes clients qui m'ont soumis leurs projets et sont souvent devenus des amis.

Merci à mes étudiants pour le nombre et la pertinence de leurs questions.

SOMMAIRE

Partie 2
Concevoir la partie physique du magasin

Partie 3
Concevoir les différentes zones fonctionnelles de l'entrepôt

Partie 4
Les différents équipements

Partie 5
Le logiciel de gestion d'un magasin générique

Partie 6
La sécurité

Partie 7
Améliorer une unité de stockage

Partie 8
Changer de site

Partie 9
Faire ou faire faire

INTRODUCTION

1. LA COMPLEXITÉ DES MAGASINS

Lorsqu'un automobiliste aperçoit de l'autoroute un beau parallélépipède aux façades bien lisses et vierges de toute ouverture, il peut être tenté de croire que l'intérieur de cet entrepôt procède de la même simplicité. Il n'en est rien ; les entrepôts modernes abritent des fonctions de plus en plus sophistiquées.

Les critères de complexité sont multiples. On évoque souvent le volume du stock à entreposer pour décrire un magasin ou encore sa surface ; mais il existe de très vastes entrepôts à la fois simples à concevoir et à gérer car les références qu'ils accueillent sont peu nombreuses et de dimensions homogènes, produits de grande consommation, boissons ou lessives.

Plus que du volume du stock, les difficultés proviennent des hétérogénéités : celle des données logistiques : type de conditionnements et dimensions, celle des statuts, celle des modes d'expédition, etc. D'autres facteurs importants de complication peuvent être un grand nombre de lignes par commande ou des exigences particulières de préparation. La complexité globale d'un magasin est la somme de toutes ces exigences. Cet ouvrage a l'extrême ambition d'aborder l'ensemble de ces points.

Une mise en garde importante s'impose dès à présent. **Plus la conception d'un projet sera fine et sophistiquée, plus elle risque de mal résister aux changements des données de base.** Par exemple, les tendances de l'époque sont à l'augmentation du nombre de lignes par commande et à la diminution simultanée du nombre d'articles par ligne : « juste à temps » oblige ! Un magasin qui serait trop spécialisé dans le traitement des palettes complètes resterait-t-il encore exploitable pour un traitement fortement accru du détail ? Un juste compromis entre la flexibilité et la productivité devra toujours être recherché même si cela entraîne l'abandon, quelquefois déchirant, de solutions très automatisées. Celles-ci peuvent paraître très séduisantes pour répondre au problème tel qu'il est posé aujourd'hui. Cependant des solutions un peu plus "rustiques" seront tout à fait acceptables maintenant et resteront opérationnelles demain pour des besoins quelque peu différents.

2. LE « ZÉRO STOCK »

Il peut paraître inopportun, à certains, de parler de conception de magasin alors que l'on parle si souvent de « zéro stock » et de « juste à temps ». Plusieurs réponses peuvent être proposées à cette objection. Tout d'abord, c'est dans le pays inventeur de ce concept, le Japon, que l'on rencontre le plus de magasins automatiques. Ensuite quand la mise en pratique d'un dogme a été excessive, le retour du

balancier suit toujours ; et ce retour s'annonce. Par ailleurs, il existe et il existera longtemps des stocks de précaution ou des stocks dont la vocation spéculative est avouée et ces stocks ont besoin d'entrepôts.

Enfin, et c'est l'argument essentiel, la meilleure façon de réduire un stock est de le bien gérer ; or le magasin n'est-il pas l'outil principal de cette gestion ?

La conception d'un nouveau magasin, ou à plus forte raison l'étude d'amélioration d'un entrepôt existant, ne débutera qu'après une réflexion approfondie sur la valeur souhaitée des niveaux de stocks. Cette réflexion doit être menée au niveau le plus haut de l'entreprise : direction générale, direction de la production et direction commerciale. Il est à rappeler que le coût de possession d'un stock se situe entre 15 % et 25 %, disent les experts.

3. L'entrepôt : maillon de la Supply chain

Le concept, relativement récent, de Supply chain invite à mener, avec le recul nécessaire, une réflexion globale sur la chaîne logistique d'un produit depuis son départ « du fournisseur du fournisseur jusqu'au client du client » suivant la formule consacrée. C'est la seule approche vraiment rationnelle.

Il va de soi que toute chaîne en possède au moins un, mais le plus souvent de multiples maillons constitués par des entrepôts de stockage ou plates-formes de distribution. L'étude bien menée d'un magasin de stockage devra obligatoirement s'inscrire dans cette démarche systémique. Un optimum global n'étant jamais la somme d'optimums locaux, des arbitrages devront être rendus.

Qui n'a pas vu, par exemple, des temps de chargement et de déchargement massivement hypertrophiés par le « gavage » inconsidéré des camions ayant pour seul objectif de gagner quelques euros sur le poste transport ? Alors que ce sont des centaines de euros qui sont dilapidées sur les quais.

Qui n'a pas vu des logisticiens trop timorés pour oser demander que telle information figure également « code barrée » sur les étiquettes apposées en amont, en fin de production ? Les quelques minutes consacrées à la re-conception du format étiquette éviteraient combien de saisies manuelles ultérieures avec leur cortège de temps gaspillé et de risques d'erreurs ?

Qui n'a pas vu des palettes qui débordent ou qui sont d'une remarquable instabilité car personne n'a dit au marketing que le format d'un carton doit être un sous-multiple du format de la palette qui va l'accueillir ?

Ce ne sont là que trois exemples anecdotiques des problèmes qui sont résolus dans une approche systémique de type Supply chain.

4. Entrepôts et e-commerce

Le rapide essor du commerce, dit électronique puisque les commandes transitent par Internet, devrait rapidement multiplier le nombre de plates-formes de distribution et fortement motiver l'optimisation de leur exploitation.

Comment un client pourrait-il admettre qu'une commande passée en quelques secondes mette plusieurs jours pour être livrée ? De nombreuses start-ups du e-commerce n'ont vécu que quelques mois pour avoir ignoré, ou seulement négligé, cet aspect du problème. La rapide évolution du flux d'information a fait un peu trop vite oublier les contingences du flux physique. Erreurs de professionnels enivrés par la soudaineté des progrès ou bévues de trop jeunes créateurs à la monoculture informatique ?

Les centres de distribution dédiés à cette nouvelle activité commerciale de la net-économie doivent être relativement proches des clients à livrer. Ils doivent aussi posséder une réactivité exemplaire pour livrer à J ou, au plus tard, à J + 1, mais quelquefois aussi à H + 4.

Que les logisticiens d'entrepôts ne s'inquiètent donc pas ! Ils ne manqueront pas de projets. Beaucoup de défis doivent être relevés. Ne lisait-on pas dans l'interview récente d'un directeur d'école logistique : « Le commerce électronique a fait exploser la demande de logisticiens » ?

ORGANISATION DE L'OUVRAGE

1. LE FIL DIRECTEUR

Une étude, surtout à l'époque de l'ingénierie simultanée, n'est jamais conduite de façon linéaire. Cet ouvrage omet volontairement cette contrainte, comme les itérations inhérentes à tout projet, afin de bien mettre en évidence la logique du déroulement de l'étude.

Les premiers chapitres décrivent la méthodologie rigoureuse de conduite d'un projet en définissant ses différentes phases. Ils donnent, en outre, quelques conseils pour le réussir.

Les chapitres suivants définissent le cheminement logique des réponses à obtenir pour concevoir la partie physique du magasin :

- « quels articles doit stocker le magasin et quels volumes représentent-ils ? » afin de pouvoir procéder au dimensionnement statique
- « quelles sont leurs lois statistiques d'entrée et de sortie ? » pour effectuer le dimensionnement dynamique
- « quelles sont les fonctions principales et annexes dévolues au magasin ? » pour concevoir les implantations.

Viennent ensuite plusieurs chapitres qui guident le lecteur dans la démarche de conception des différentes zones fonctionnelles de l'entrepôt.

Deux chapitres décrivent rapidement les différents équipements statiques et dynamiques proposés par les constructeurs.

Le chapitre suivant propose une analyse fonctionnelle à vocation exhaustive d'un logiciel générique de gestion de magasin (WMS). Il souligne les gains de productivité que certains calculs d'optimisation apportent et que seul un système informatique peut accomplir. Il fait un tour d'horizon des équipements informatiques correspondants et de leur architecture.

Est ensuite abordé profondément le grave problème de la sécurité de l'entrepôt. Un guide d'audit de sécurité est proposé.

Un chapitre traite ensuite des ressources humaines et tente de préciser ce que doit être l'équipe d'exploitation.

Un autre chapitre propose une méthode rapide d'audit, puis d'action, pour améliorer, dans l'esprit du Kaizen, les performances d'un magasin existant sans procéder pour autant à une remise en cause profonde de l'existant. Chaque étape de la démarche est présentée sous forme d'une fiche, ce qui devrait faciliter grandement sa mise en œuvre par des non-spécialistes de l'ingénierie.

Le transfert d'un magasin existant vers un autre site fait l'objet d'un développement détaillé.

Le dernier point abordé concerne le problème de la sous-traitance dans le cas où la fonction magasin n'est pas intégrée à l'entreprise mais confiée à des tiers. Cette dernière partie indique un sommaire type de cahier des charges et donne des conseils pour sa rédaction. Elle propose aussi un questionnaire complet permettant un recueil précis des données en l'absence de cahier des charges digne de ce nom.

Quelques annexes viennent clore cet ouvrage : l'ergonomie, les principales filières de formation, quelques adresses utiles, une sitographie sommaire et une bibliographie ainsi qu'un glossaire.

2. À QUI S'ADRESSE CET OUVRAGE ?

2.1 Les magasins existants

Il existe, en France, entre 30 000 et 40 000 entrepôts. Le fonctionnement de la plupart d'entre eux peut être amélioré. Les raisons en sont multiples. La conception initiale a tenu compte des données de l'époque. Depuis, le métier de l'entreprise a pu changer : déplacement des clients, modification du nombre et du volume des commandes, généralisation du « juste à temps », etc.

De plus, de nombreuses évolutions ont vu le jour : des méthodes plus fines d'analyse sont apparues, des équipements nouveaux et plus performants sont maintenant disponibles, l'identification automatique s'est "démocratisée" très rapidement, les terminaux radio se multiplient, etc.

Les études de marché indiquent que seulement quelques centaines d'entrepôts existants sont exploitées, aujourd'hui, à l'aide d'un logiciel de gestion de magasin digne de ce nom. Or, il existe maintenant, sur le marché, des progiciels de grande qualité qui tournent sur des calculateurs de moins en moins chers et de plus en plus performants.

Cet ouvrage souhaite guider les responsables de magasin dans la remise en cause de leur installation et de leur organisation actuelles. Il leur propose une étude de l'ensemble des fonctions de stockage dans une démarche logique d'analyse, et décrit les grandes familles de solutions disponibles.

2.2 Les nouveaux magasins

Dans le cadre des nouveaux magasins, cet ouvrage se propose d'aider deux catégories d'ingénieurs dont les métiers sont différents. Il est destiné tout d'abord à faciliter les premiers projets des jeunes ingénieurs qui intègrent des bureaux d'études ou des sociétés d'ingénierie, et à leur permettre d'accélérer et de mieux asseoir leur prise d'expérience.

Il s'adresse aussi à des utilisateurs finaux qui n'auront peut-être qu'un seul projet de magasin à conduire dans toute leur carrière. Il pourra les guider dans leur étude s'ils décident de la mener seuls, ou améliorer leur collaboration avec des spécialistes extérieurs s'ils envisagent de confier à ces tiers la conception et la maîtrise d'œuvre du projet.

Partie 1

Méthodologie : les différentes phases de conduite d'un projet

INTRODUCTION

La démarche préconisée est la même qu'il s'agisse de réhabiliter un site existant ou de concevoir un nouvel entrepôt. C'est seulement le contexte qui varie. C'est cette démarche qui va être décrite ci-après.

1. SITES EXISTANTS, NOUVEAUX ENTREPÔTS, TRANSFERTS

Dans le cas des sites existants, si le déroulement proposé de l'étude est identique à celui de l'étude d'une nouvelle installation, quelques étapes pourront néanmoins être court-circuitées. En effet, si certaines fonctions du magasin donnent déjà entière satisfaction, il n'est pas utile de les remettre en cause bien longtemps.

Pour les sites déjà en exploitation, la phase étude est facilitée alors que la réalisation sera plus difficile. Le grand avantage est que l'activité présente et passée est connue. Dans le meilleur des cas, un historique informatique existe déjà et il va rendre possible l'analyse fine des dernières évolutions du stock et de l'exploitation du magasin. Cela n'enlève rien à la difficulté des prévisions d'évolution, mais la base de départ est bien connue.

Les sites existants présentent aussi des inconvénients. Les bâtiments disponibles ne seront pas forcément les mieux adaptés à la nouvelle conception, ni le système informatique. Ensuite, le passage de l'ancienne organisation à la nouvelle devra sans doute se faire sans cessation d'activité (ou avec un arrêt le plus court possible), et ceci ne rendra pas les choses faciles. Il est d'ailleurs sage de considérer cette mutation comme un projet à part entière.

Enfin, comme l'étude proposera très vraisemblablement des améliorations à apporter, leur mise en œuvre rencontrera auprès des acteurs en place, comme toujours dans ces cas-là, une certaine résistance au changement.

Dans le cas des nouveaux entrepôts, la grande difficulté de ce type de projet réside souvent dans l'absence d'historique. Tout le travail de dimensionnement sera uniquement basé sur des prévisions. *A contrario*, le concepteur dispose d'une liberté beaucoup plus grande pour choisir la morphologie du bâtiment : les surfaces et la hauteur, l'emplacement, les équipements de manutention et les systèmes de traitement de l'information.

Le cas du transfert est idéal car il cumule tous les avantages puisque l'on dispose d'un historique tout en gardant une liberté de conception. Seules les difficultés du déménagement subsistent.

2. Les différentes phases d'un projet

Quelles que soient les disciplines (urbanisme, informatique, productique, etc.) et quels que soient les points de vue, (conduite de projet, assurance qualité, gestion administrative, etc.) l'expérience montre que le succès d'une opération industrielle passe par le respect d'un certain phasage.

Il est remarquable que des documents aussi différents dans leurs origines que le code des marchés publics ou la norme NF X 50-151, présentent autant de similitude sur la définition des étapes à respecter.

Le code des marchés publics, même s'il est quelquefois remanié, a été conçu, il y a quelques décennies, par des énarques proches de tout ce qui est bâtiment et travaux publics. La norme AFNOR NF X 50-151 est beaucoup plus récente et a été élaborée par des qualiticiens et analystes de la valeur, proches de l'industrie manufacturière.

D'autres documents, d'origines aussi diverses, sont aussi convergents ; c'est dire que l'expérience de tous se rejoint et qu'il y a unanimité sur le sujet.

Pour être certain de réussir un projet industriel, et les magasins et entrepôts n'échappent pas à la règle, il est impératif de procéder par des étapes successives. Elles sont les suivantes :

- le plan directeur
- l'avant-projet sommaire
- l'avant-projet détaillé
- les dossiers de consultation
- la passation des contrats
- le contrôle des travaux
- les recettes
- les transferts
- et la mise en exploitation.

Chaque phase répond à une finalité bien précise. Dans certains cas limités, pour des petits projets par exemple, certaines phases peuvent être allégées ou regroupées, mais elles ne peuvent pas complètement disparaître sauf à rallonger les délais et compromettre la qualité de la réalisation.

Les acteurs qui vont intervenir successivement lors d'un projet peuvent être différents. S'ils le sont, cela présente deux avantages.

D'abord l'équipe qui succède à une autre va pouvoir faire une critique constructive de la phase précédente. Elle apportera un œil neuf, et ainsi le projet a toute chance d'être amendé et / ou enrichi. Ensuite le respect des méthodes et la qualité des documents écrits devront être beaucoup plus rigoureux puisqu'ils seront exploités par d'autres qui ne posséderont pas l'historique du projet.

Le seul inconvénient qu'il y ait à changer d'équipes en cours de projet est que les premières, intervenues au départ, seront frustrées de la victoire, à la mise en route de l'installation.

1

LES PHASES D'ÉTUDES

Chacune de ces phases va maintenant être décrite en détail et l'on soulignera les objectifs qui doivent être atteints.

1. LE PLAN DIRECTEUR

Le plan directeur est un exercice auquel devrait impérativement se livrer la direction de toute entreprise, à intervalles réguliers. Le plan directeur a pour vocation de répondre à la question suivante : « Qu'est-il nécessaire de faire pour que mon outil industriel me permette de tenir mes objectifs de développement à l'horizon des cinq ans, voire plus ? »

Ce qui entraîne les questions suivantes :

- Quelle nouvelle organisation dois-je adopter ?
- Quels investissements dois-je réaliser ?
- Où ?
- Sous quelle forme ?
- Pour quel budget ?
- Suivant quel calendrier ?

Un plan directeur peut, bien sûr, ne pas englober l'ensemble de l'entreprise, mais il doit être exécuté avec suffisamment de recul pour maintenir la cohérence de l'ensemble des fonctions de la société.

C'est pour ces raisons de vision stratégique à long terme et de cohérence qu'un plan directeur ne peut pas être mené sans la forte implication du management, direction générale comprise.

En ce qui concerne les magasins, un plan directeur trace, à très grands traits, les actions à entreprendre : nombre d'entrepôts à construire ou à rénover, le périmètre de leur action, leur taille approximative, leur localisation, etc. Les réponses à ces questions ayant été obtenues, la phase suivante va permettre de préciser par quels moyens les objectifs fixés peuvent être atteints.

2. L'avant-projet sommaire

Le terme de « sommaire » ne possède pas, ici, de connotation péjorative. C'est la terminologie consacrée par l'usage et la réglementation, bien que quelquefois on entende parler aussi « d'étude de faisabilité ». Le terme « sommaire » signifie simplement que les documents émis à la fin de cette phase ne seront pas suffisamment précis pour entreprendre immédiatement la réalisation.

Il est à noter qu'un plan directeur peut donner lieu à plusieurs investissements de nature très différente : ateliers de production et entrepôts par exemple. Il sera judicieux, dans ce cas, de lancer plusieurs avant-projets sommaires conduits par des équipes spécialistes des études des différents domaines.

L'avant-projet sommaire doit répondre à deux grandes questions :

- Quelles sont les grandes familles de solutions qui sont les plus adéquates pour satisfaire le besoin exprimé ?
- Les contraintes, maintenant mieux cernées de mon magasin (surfaces nécessaires, budgets, délais...), restent-elles toujours compatibles avec mon projet d'entreprise ?

À partir des conclusions du plan directeur, l'avant-projet sommaire (l'APS en abrégé) va inventorier, avec un souci certain d'exhaustivité, tous les scénarios et toutes les solutions techniques envisageables pour la réalisation du ou des magasins projetés.

Certaines solutions seront très vite écartées, car à l'évidence, elles sont inadaptées, comme par exemple un magasin grande hauteur dans une zone résidentielle.

Généralement, un APS ne garde que deux ou trois axes de solution à étudier plus avant. En fin de phase, ils seront comparés en termes de performances, de coûts d'investissement, d'exploitation, de délais de mise en œuvre, etc. L'imprécision, en ce qui concerne les coûts, ne doit pas dépasser les 15 %. En ce qui concerne les performances, l'estimation doit être meilleure.

L'examen rapide de solutions, même peu crédibles *a priori*, présente un avantage certain. On ne sera plus tenté, au cours du projet, de faire une pause pour étudier ces voies qui n'auraient pas été explicitement écartées à temps.

Un avant-projet sommaire est lui-même décomposé en plusieurs étapes :

- L'approfondissement des données de base qui auront servi à l'élaboration du plan directeur, et dont le détail sera donné dans le paragraphe consacré à l'avant-projet détaillé. Si certaines données ont fondamentalement changé depuis la fin du plan directeur, il sera indispensable de faire un nouveau recueil de données.
- L'architecture de la conception générale qui sera à la fois fonctionnelle et organisationnelle. Elle concernera à la fois les flux physiques et les flux d'informations. C'est bien là une des clés de la réussite du magasin. Un projet n'est jamais parfait quand on « plaque », *a posteriori*, une automatisation et une informatisation sur une conception physique déjà figée.

- La définition de plusieurs solutions types. Il pourra, par exemple, s'agir d'une solution basée sur l'utilisation de chariots conventionnels, d'une seconde utilisant des transtockeurs à préparateurs embarqués et d'une troisième utilisant des transtockeurs entièrement automatiques. Les solutions concernant les flux physiques seront combinées avec les différents choix possibles en matière de traitement de l'information.
- L'appréciation de ces diverses solutions en fonction d'un certain nombre de critères qui auront été jugés significatifs pour le projet. Certains d'entre eux sont communs à tous les projets comme la capacité totale du magasin, les temps d'accès à une référence, les coûts d'investissement, d'exploitation et de maintenance, etc. D'autres critères peuvent concerner plus particulièrement un projet ou un autre : les facilités d'extension, l'aptitude à accueillir des charges éminemment variables, une implantation favorable à l'utilisation d'un embranchement ferroviaire existant, l'adéquation aux règles de « Bonnes Pratiques de Distribution » de la pharmacie, etc.

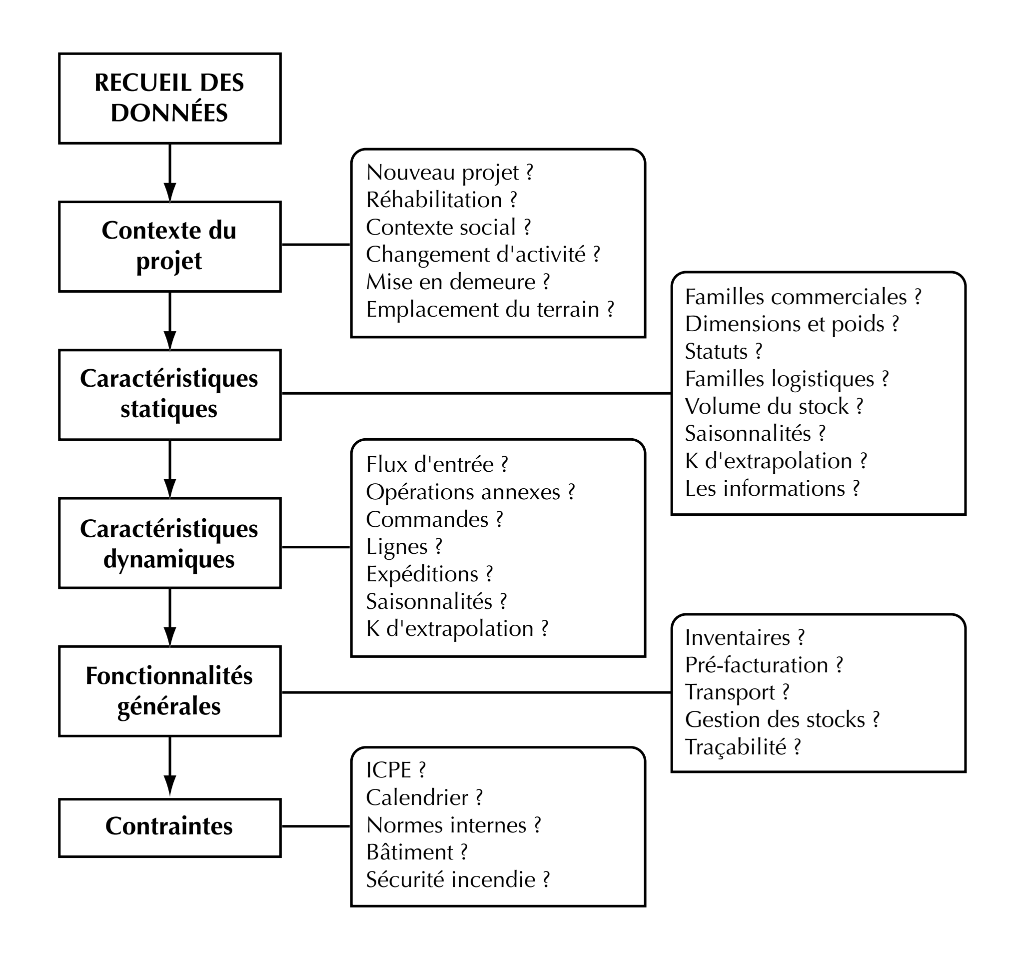


Figure 1.1 – APS Diagramme du recueil des données

- La comparaison multicritère des différentes possibilités. Il existe des méthodes assez faciles à mettre en œuvre qui facilitent ce genre de comparaison en pondérant, en particulier, les coefficients affectés aux divers critères.
- Et, en conclusion, la préconisation de la solution la meilleure. Le plus souvent il ne s'agit pas d'une solution mais plutôt d'un compromis réunissant les points forts de plusieurs d'entre elles.
- Si la conclusion de l'APS est que le projet peut continuer, les dossiers techniques doivent permettre de commencer la phase suivante : l'avant-projet détaillé et ceci sans ambiguïté ni arrière-pensée quant au type de solution retenue.

3. L'AVANT-PROJET DÉTAILLÉ

L'avant-projet détaillé, (l'APD en abrégé) ne va donc plus s'attacher qu'à un seul type de solution technique qu'il devra définir avec suffisamment de précision pour préparer la phase suivante : la consultation des fournisseurs.

Il est très difficile d'être catégorique sur le contenu d'un APD. En effet, si une bonne consultation doit éviter toute ambiguïté, elle doit cependant laisser la possibilité aux fournisseurs consultés d'exprimer leur créativité. Il serait, par exemple, aberrant de consulter plusieurs fournisseurs alors qu'un seul catalogue est en mesure de répondre aux exigences des spécifications techniques.

Le Code des marchés publics, si contraignant soit-il, laisse cette possibilité de lancer des appels d'offres directement à la fin de l'APS. Procéder de cette façon laisse un maximum de champ libre à l'imagination des équipes qui vont répondre ; par contre, elle augmente d'autant la part d'incertitude sur l'exacte prestation à fournir.

Il est également à noter que les études qui n'auront pas été exécutées pendant l'APD devront quand même être réalisées. Elles feront donc partie du marché à passer. Ce ne sera donc pas une économie d'argent mais cela peut être une économie de temps. En effet, il n'y aura pas de changement d'équipes entre les études détaillées et les études de réalisation proprement dites. Cette procédure raccourcie est à utiliser avec une grande circonspection.

L'APD a une autre finalité. Il doit se terminer par une nouvelle évaluation financière précise, cette fois à 5 ou 10 % près. Cela permet encore d'arrêter sans trop de mal le projet, puisque aucune commande, autre que celle des études, n'aura été passée. Les estimations budgétaires sont toujours difficiles, ce n'est pas pour autant que l'on peut s'en passer.

Il est à noter qu'une période de crise économique peut entraîner, pour certains lots, des baisses de 5 à 15 % sur le prix du marché, et inversement. Par ailleurs, s'il est facile de déterminer très précisément les montants des lots traditionnels, bâtiment ou VRD (voirie et réseaux divers), il n'en va pas de même pour des lots plus techniques. Il est courant, par exemple, de n'obtenir qu'une précision de 50 % sur des coûts de logiciels d'application. Cette dernière remarque souligne, au passage, l'intérêt des progiciels.

CONCEPTION

↓

Pré-dimensionnement statique
- Stock cible
- Modes de stockage
- Orientation palettes
- Modes de manutention
- Taux d'occupation
- Hauteur de stockage
- Définition des surfaces

↓

Pré-dimensionnement dynamique
- Flux d'entrée
- Flux internes
- Flux de préparation
- Flux de sortie
- Modes de manutention

↓

Choix des grands principes
- Automatisation
- Banalisation des adresses
- Organisation des prélèvements
- FIFO, FEFO, LIFO
- Pick and Pack, Pick then Pack
- Pick and Sort
- Contrôles
- Cross docking
- Magasin traversant

↓

Choix de plusieurs solutions
- Conventionnel
- Grande hauteur
- Allées étroites
- Etc.

↓

Études des implantations
- Cour
- Quai
- Zones de rétention
- Stockages
- Picking
- Locaux techniques
- Locaux annexes
- Locaux sécurité
- Locaux sociaux

↓

Dimensionnement statique définitif
- Arrondis
- Ajustements

↓

Dimensionnement dynamique définitif
- Définition des temps
- Définition des équipes
- Définition des moyens

↓

Traitement de l'information
- L'identification
- Les terminaux radio
- La gestion du magasin

↓

Établissement des budgets
- Terrains
- VRD
- Lots techniques
- Protection incendie
- Équipements de stockage
- Équipements de manutention
- Équipements divers
- Systèmes informatiques
- Transfert
- Assurances
- Charges salariales
- Frais divers

↓

Comparaison et choix du meilleur scénario

Figure 1.2 – APS Diagramme de la conception

L'APD est lui aussi décomposé en plusieurs sous-phases intermédiaires. Ce sont pratiquement les mêmes que celles de l'APS, mais les livrables seront différents : spécifications techniques définitives au lieu de comparatifs.

3.1 Un nouveau recueil de données

Cette fois il faudra bien s'assurer que les données qui auront été retenues sont bien représentatives de l'ensemble de l'activité. Si, par exemple, l'analyse des poids et des volumes a porté, lors de l'APS, sur 10 % des références, il faudra sans doute analyser dix autres pour cent, pour valider la première analyse.

Les grandes classes de données à explorer sont :

- l'ensemble des fonctions que l'entrepôt doit assurer
- les contraintes d'environnement
- les normes et règlements applicables (produits classés, site classé, règles locales d'urbanisme, exigences de la compagnie d'assurances, etc.)
- les horaires de travail
- les évolutions prévisibles ou programmées (augmentation ou diminution du volume à stocker, multiplication du nombre de commandes à servir, diminution du nombre de lignes, etc.)
- les coefficients d'extrapolation correspondant aux évolutions ci-dessus
- les charges manutentionnées et stockées
- les flux principaux et annexes, retours des litiges par exemple
- les interfaces physiques (quais routiers, voie ferrée)
- les codifications et systèmes d'identification imposés
- les fonctions informatiques à remplir
- les systèmes déjà en place et les interfaces retenues.

L'ensemble de ces données va servir de données de base pour la sous-phase suivante.

On distinguera bien les données statiques qui vont permettre de dimensionner la fonction stockage des données dynamiques qui vont permettre de calculer les caractéristiques de la préparation de commandes.

3.2 Le traitement des données de base

Cette nouvelle étape va permettre de vérifier que toutes les valeurs recueillies sont bien cohérentes entre elles. Il est bien rare que des erreurs ne soient pas mises en évidence. Bien souvent des chiffres courants auront été annoncés par des exploitants, de tête, et par conséquent entachés d'une certaine subjectivité. L'importance de la collaboration du service informatique apparaît bien comme primordiale à ce niveau d'avancement.

Ce traitement va être l'occasion de définir en quantité ce qui aura été seulement défini en qualité. Ainsi vont apparaître les documents suivants :

- le dimensionnement des stocks

- le dimensionnement des flux physiques
- le dimensionnement des équipements fixes et mobiles de stockage et de manutention
- et, parallèlement, le dimensionnement des flux d'informations, des bases de données, des périphériques répartis et des réseaux locaux.

3.3 Une description du fonctionnement du magasin

À partir de l'organisation définie lors de l'APS, cette étape va permettre de décrire tous les processus et modes opératoires. Il est fortement souhaitable que cette description soit entreprise par un ingénieur producticien généraliste ou par une équipe multidisciplinaire bien coordonnée afin que ce document soit unique, complet et cohérent. Il servira ainsi à tous les acteurs des différentes spécialités : logisticiens, transiticiens, automaticiens et informaticiens.

Ce document s'attachera à décrire, autant que possible, des fonctionnalités qui devront répondre aux besoins. Il évitera d'imposer des moyens sans argumentation. Il décrira les modes de marches normales, mais devra aussi décrire les marches dites « perturbées » en précisant les dysfonctionnements tolérables, (taux de disponibilité des équipements par exemple), et les baisses de performances acceptables momentanément. Une grande attention sera accordée à la façon dont l'exploitation du magasin perdure pendant les différentes pannes ; ce que les fiabilistes appelle la survivabilité.

Ce document comprendra les chapitres suivants :

- une note détaillée de fonctionnement
- la définition des procédures d'exploitation
- la définition des postes de travail et des tâches à y assurer
- l'analyse informatique détaillée des fonctions principales et annexes
- la description de toutes les informations échangées entre les équipements, les consoles opérateurs, la gestion du magasin et la gestion des stocks, voire la gestion de production
- les procédures qui vont permettre de passer d'un mode de marche normale à un mode de marche dégradée et inversement.

3.4 La définition des implantations

Les documents qui seront générés lors de cette étape vont permettre de dialoguer avec les responsables de l'étude du bâtiment. Ils permettront aussi de vérifier que les flux physiques ne se croisent pas, que toutes les zones annexes, comme les locaux sociaux ou les ateliers de maintenance, ont bien été prises en compte. La sécurité ne sera pas oubliée dans cette phase : distribution des issues de secours, largeur réglementaire des allées de dégagement, etc.

3.5 La description de l'installation

Les besoins ont été définis dans une étape précédente. Il s'agit maintenant de définir les moyens à mettre en œuvre, ou tout au moins les familles de moyens, pour que les fournisseurs qui seront consultés conservent une certaine marge de manœuvre.

Cette étape déterminera les standards qu'il y a lieu de retenir. Ces standards peuvent être de nature très différente. Il peut s'agir de marque de composants élémentaires déjà présents dans le stock de pièces détachées du site, moteurs ou contacteurs par exemple. Il peut tout aussi bien s'agir de schémas électriques types, normalisés dans l'établissement ou qu'il est souhaitable d'imposer, pour obtenir une certaine harmonisation des fournitures d'origines diverses.

La rédaction de ces descriptifs sera structurée de telle façon que le document final soit cohérent et qu'il puisse être facilement découpé pour s'incorporer dans les appels d'offres des différents lots de la sous-phase suivante.

Cette sous-phase se terminera par :

- la description exhaustive de tous les équipements avec les performances attendues de chacun
- la définition exacte des effectifs
- la description détaillée de l'architecture des automatismes éventuels et de l'informatique
- l'énumération des standards retenus et leur définition.

3.6 Une simulation de dimensionnement

S'il ne faut pas céder au snobisme des simulations sans réelle utilité, il ne faut pas non plus se priver d'un merveilleux outil de validation quand cela peut améliorer la qualité du projet. Cette étape est la dernière où une simulation peut encore infléchir le cours du projet et permettre un réajustement dans les dimensionnements, les performances nécessaires des équipements ou leur nombre.

La simulation de dimensionnement n'est pas un outil de conception à proprement parler ; c'est un outil qui permet de valider une conception. La conception se termine à cette étape, pour autant bien sûr que les résultats de la simulation soient probants. Sinon, une reprise d'étude devra s'intéresser aux points litigieux mis en évidence.

Une simulation ne sera mise en œuvre que pour les projets qui présentent des valeurs trop aléatoires pour être traitées par calculs conventionnels. Un paragraphe suivant est consacré à ce sujet.

3.7 Une évaluation des budgets

Cette évaluation doit être complète. Elle doit confirmer que le projet correspond toujours aux possibilités que l'on s'était accordées en début de projet. Elle est toujours difficile à faire. Les professionnels de l'ingénierie qui ont des références de marché constamment à jour parviennent à une précision meilleure que 10 %.

Pour être complète, elle doit comporter :

- les coûts d'investissement, de formation et, éventuellement, du transfert
- les honoraires des ingénieries, bureaux d'études et conseils extérieurs
- les frais financiers
- les coûts d'exploitation, les frais d'assurances, les impôts et taxes diverses
- les coûts d'entretien et de maintenance, notamment le parc de pièces détachées.

Suivant les solutions techniques retenues et les dispositifs de sécurité envisagés, le montant des primes d'assurances peut varier très sensiblement. Faute d'investir suffisamment dans les protections incendie, les compagnies d'assurances peuvent augmenter les primes ou aller jusqu'à refuser de couvrir le risque. Si les équipes de conception sont averties et disposent de références récentes, elles peuvent faire les évaluations, seules. Dans le cas inverse, il devient nécessaire de pratiquer des pré-consultations auprès de fournisseurs potentiels.

3.8 Exemple d'une prévision budgétaire

BUDGET D'INVESTISSEMENT	Quantité	Coût total
Terrain		
VRD		
Bâtiment		
Construction		
Aménagements internes		
Lots techniques (électricité, chauffage, éclairage, etc.)		
Réseau de protection incendie		
Équipements logistiques		
Palettier		
Équipement d'allées		
Casiers de picking détail		
Chariots combinés		
Chariots basse levée		
Transpalettes		
Signalétique		
Gestion informatique		
Configuration informatique		
Consoles et périphériques (terminaux radio, lecteurs C à B)		
Réseau local		
Alimentation de secours		
Progiciel		
Développements particuliers et intégration		
Ingénierie et maîtrise d'œuvre		
TOTAL GÉNÉRAL		

.../...

3.9 Exemple de prévision des amortissements et coûts d'exploitation

AMORTISSEMENTS ET COÛTS D'EXPLOITATION	M / A	Montant
Loyer du terrain		
Amortissements		
Bâtiment clos et couvert	/20 ans	
Bâtiment aménagements	/10 ans	
Palettier et casiers	/10 ans	
Chariots	/5 ans	
Matériel informatique	/3 ans	
Progiciel	/1 ans	
Assurances		
Impôts et taxes		
Taxes locales		
Taxe professionnelle		
Taxe sur les entrepôts		
Frais d'entretien et de maintenance		
Bâtiment		
Équipement		
Informatique		
Énergie et consommables		
Salaires et charges sociales		
TOTAL		

3.10 Un calendrier

La dernière tâche d'un avant-projet détaillé est d'établir la décomposition des phases qui vont suivre jusqu'à la mise en exploitation du magasin. Cette réflexion peut amener à accélérer le projet dans certains cas. En effet, beaucoup d'unités industrielles ferment pendant les congés annuels, et cette trêve peut faciliter des travaux de terrassement ou le transfert du stock d'un ancien magasin vers le nouveau. Ce calendrier aidera à gérer, avec une rigueur plus ou moins grande, les délais de réponse aux appels d'offres qui vont suivre.

2

LES PHASES DE SIMULATION DE VALIDATION DE CONCEPTION

Le titre de ce chapitre n'est pas neutre. Les simulations ne sont jamais un outil de conception automatique mais permettent seulement, à la fin de l'étude mais avant toute réalisation, de vérifier, à partir des hypothèses retenues et des principes envisagés, que l'on atteint bien les résultats et les performances attendus. Ceci reste vrai quelles que puissent être la qualité et la sophistication des outils et des acteurs mis en œuvre.

Par ailleurs, une simulation ne sera valable que si le modèle utilisé et les paramètres qui l'accompagnent sont eux-mêmes valables. Les Anglo-Saxons disent de façon très claire et très lapidaire : "Garbage in, garbage out". Ce qui, traduit en français courtois, pourrait donner : "À modèle et données faux, résultats faux".

Les logiciels de simulation peuvent être classés en deux grandes catégories :

les logiciels dédiés à des équipements particuliers ;

les logiciels généraux permettant d'appréhender les phénomènes stochastiques.

1. LES LOGICIELS DÉDIÉS

Ces logiciels ont été développés par les constructeurs de chariots, de transtockeurs ou de robots, voire par certaines ingénieries. Ils ont en mémoire l'ensemble des caractéristiques des matériels concernés (vitesses, rampes d'accélération et de décélération, séquences des mouvements types, etc.) et les modèles dynamiques correspondants.

Par exemple, pour réaliser la simulation de l'exploitation d'un magasin avec des chariots grande hauteur, il suffit d'introduire les données propres au magasin comme : le nombre d'allées, la longueur des allées, la hauteur du palettier, la nature ou les temps des prélèvements, etc.

La simulation calculera les performances que l'on est en droit d'attendre en nombre de missions par heure ou un taux d'engagement des équipements. Il sera ainsi possible de vérifier que le nombre prévu de chariots ou de transtockeurs est pertinent.

Généralement, les simulateurs de cette classe sont dédiés à un seul type de matériel du catalogue du constructeur, il y aura donc autant de simulations que d'équipements différents. Ils permettent néanmoins d'éviter beaucoup de calculs. Par ailleurs, comme ces outils sont purement analytiques, il convient de bien connaître les lois régissant les mouvements et il faut que ceux-ci ne fluctuent pas trop. Ce genre de simulateurs est surtout adapté à des installations ou parties d'installation monoéquipement.

Une simulation de ce type s'effectue en quelques dizaines de minutes.

Chez certains constructeurs, le simulateur traite uniquement des temps théoriques avec des engagements de 100 % ; alors que chez les autres, il intègre un coefficient correcteur, variant de 0,15 à 0,25, qui transforme les temps théoriques des équipements en temps réalistes. On parle quelquefois dans ce cas de coefficient de productivité. Il est nécessaire de bien tenir compte de cette particularité lors d'une étude comparative.

Quelques logiciels existants ont une fonctionnalité supplémentaire qui permet d'esquisser très rapidement un nouveau scénario d'implantation de magasin, cette opération s'effectuant avant la simulation proprement dite. Il devient ainsi possible de comparer l'influence de l'implantation sur la productivité du magasin en conception.

2. Les logiciels généraux

Une première génération de langages de simulation, très puissants mais strictement réservés à des spécialistes de haut niveau, est apparue sur le marché dans le courant des années 80 (Q-NAP de l'INRIA, SLAM/SIMAN de Pritsker, SIMULA de Nygaard Dahl, etc.). Ensuite, des logiciels beaucoup plus conviviaux et accessibles à tout bon technicien sont arrivés (SIMAN/CINEMA, CADENCE, WITNESS, AUTOMOD, etc.). Ils sont particulièrement bien adaptés à la simulation de projets transitiques qui doivent acheminer des flux très aléatoires.

Bien utilisés, les simulateurs permettent des dimensionnements très fins. Une fois encore il est nécessaire de prendre suffisamment de recul lors des simulations. Pourquoi s'acharner à trouver une solution ultra-précise alors que les données du problème varieront sans aucun doute très sensiblement dans les mois ou les années suivant la conception ?

2.1 Les différentes classes

Quelques simulateurs sont basés sur la résolution d'équations de Forrester et traitent bien le problème des variations continues ; les autres utilisent la théorie des files d'attente et les lois d'Erlang, ils peuvent décrire avec précision des événements bien

précis mais demandent des temps de calculs quelquefois importants pour des process rapides. Ce défaut tend à s'estomper rapidement par l'amélioration des logiciels et par la montée en puissance du matériel informatique.

Certains simulateurs possèdent d'origine des bibliothèques de modèles : chariots, transtockeurs, convoyeurs, chariots filoguidés, etc. Certains ont des fonctions graphiques évoluées qui animent des vues synoptiques, en couleurs, montrant les équipements en train de se déplacer. Cette fonction n'apporte rien à la valeur de la simulation mais elle favorise grandement le dialogue entre les différents participants au projet, et notamment avec les futurs exploitants.

Une simulation de ce type nécessite plusieurs jours ; pour un site complexe, elle peut atteindre plusieurs semaines. Il y a donc lieu de faire appel à une simulation uniquement dans les cas où elle est utile et quand elle est bien préparée. Il est également recommandé de faire appel à de véritables spécialistes de la simulation qui pratiquent ce genre d'étude plusieurs fois par an.

La courbe ci-après (figure 2.1) montre la simulation d'un stock tampon en amont d'un aiguillage convergent. L'analyse de cette courbe d'Erlang va permettre de déterminer la capacité optimale de ce tampon.

2.2 La démarche d'une simulation

La démarche à suivre est très rigoureusement la suivante :

- réflexion et formalisation de ce qu'on attend précisément de la simulation
- choix des scénarios à valider
- établissement d'un modèle correspondant au projet
- validation du modèle lui-même en le testant sur des jeux d'essais dont les résultats sont connus d'avance, on parle quelquefois de calibrage du modèle
- corrections éventuelles du modèle
- exploitation du modèle, c'est-à-dire simulations proprement dites
- analyse des résultats
- synthèse et conclusions
- itération après modification des données d'entrée ou du modèle en cas de résultats non-conformes aux attentes.

Une simulation s'impose dans les installations un peu complexes où les flux sont sujets à de forts aléas ; et dès lors que l'on ne peut plus raisonner sur des moyennes. Elle va permettre de vérifier le dimensionnement des équipements mais aussi celui des stocks tampons.

Un exemple type où une simulation s'avère indispensable est celui d'un réseau un peu compliqué de chariots filoguidés. Certains concepteurs pourraient être tentés de faire l'impasse sur cette phase d'étude supplémentaire. Ils décident de prévoir un nombre de chariots plutôt bas par économie, ou plutôt haut par prudence en projetant de corriger le tir plus tard, par le rajout de nouveaux chariots ou le retrait de ceux qui semblent inutiles.

Si la conception du réseau ne convient pas ou convient mal à l'exploitation souhaitée, l'ajout de nouveaux chariots peut diminuer le trafic en embouteillant

inutilement le circuit. À une configuration de réseau donnée et à une exploitation donnée correspond un nombre optimal de chariots pour un trafic maximal. Ce nombre est impossible à déterminer par calcul, la simulation dans ce type de problème est vraiment irremplaçable. Mieux vaut dépenser quelques jours supplémentaires et quelques milliers d'euros en phase d'étude que de dépenser des sommes, hors de comparaison, pour reprendre un investissement.

Les scénarios de la simulation pourront s'appliquer non seulement à l'exploitation normale mais également aux modes de marche perturbée. La robustesse d'une installation pourra ainsi être mesurée en simulant l'indisponibilité d'un équipement pendant le temps présumé nécessaire à sa remise en service. La mesure sera donnée par la taille des accumulations résultantes et / ou des pertes de production.

La figure 2.1 montre le résultat de la simulation du taux d'occupation d'une accumulation se situant en amont d'un aiguillage divergent. Le concepteur choisira sans doute de dimensionner ce stock tampon à 4 ou 5 places pour résoudre 98 ou 99 % des occurrences.

2.3 Les études de sensibilité

Les études de sensibilité sont des simulations dans lesquelles on ne fait varier qu'un seul paramètre d'entrée à la fois pour examiner l'influence de cette variation sur les résultats. Ce genre d'étude permet, par exemple, de discriminer les équipements critiques ou au contraire les équipements sous-utilisés. Cela permet aussi d'analyser les variations non linéaires à proximité des sauts de la courbe.

Une application pratique dans le domaine des magasins est l'étude des variations de taille des tournées de préparation : quelle est la taille optimale ? Plutôt grande pour pouvoir mieux optimiser ou plutôt petite pour avoir une meilleure réactivité ?

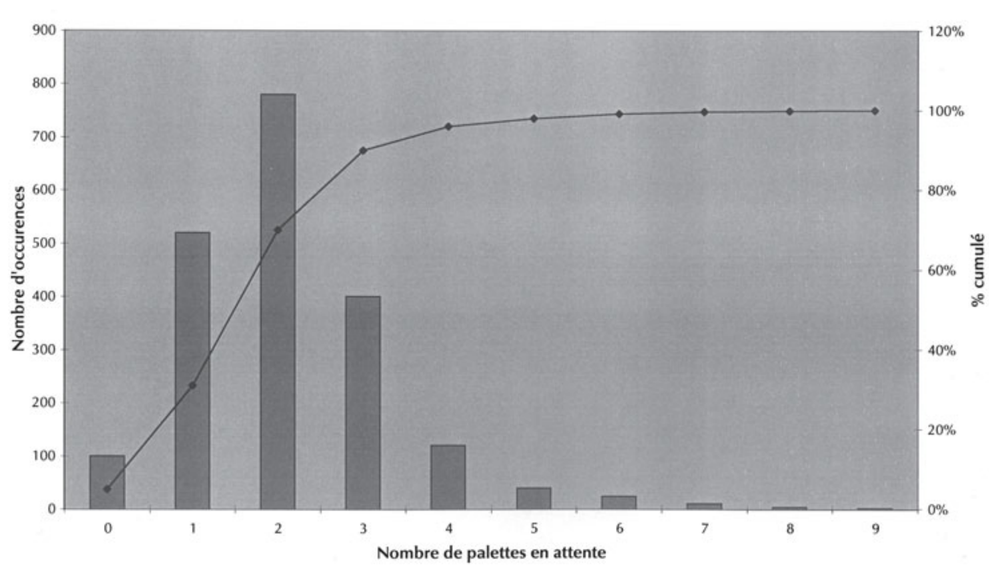


Figure 2.1 – Simulation d'une accumulation en amont d'un divergent

3

LES PHASES DE RÉALISATION

> Les phases d'études sont terminées. Si l'on décide de continuer, le projet va quitter les bureaux d'études pour entrer en atelier. D'autres sous-phases vont se succéder : la consultation des entreprises, le dépouillement des offres, etc.

1. LES CONSULTATIONS

1.1 Les dossiers de consultation

Une fois que la conception est terminée et l'ensemble des documents techniques rédigés et dessinés, vient la phase de rédaction des appels d'offres. Cette phase peut être très courte si elle a été bien préparée pendant l'APD.

1.2 Le nombre de lots

Le premier travail consiste à définir les lots. Plusieurs solutions peuvent être envisagées. En effet, il est possible de confier la réalisation complète d'un magasin, « clé en main » à un ensemblier ou à une ingénierie pour autant qu'ils en aient la compétence. Cette solution permet au maître d'ouvrage de se décharger de toutes les tâches de coordination. Bien sûr ce service n'est pas gratuit mais il garantit d'éviter les erreurs dont la réparation coûterait infiniment plus cher.

Il existe une solution qui, à l'opposé, consiste à découper l'ouvrage en autant de lots que nécessaire pour obtenir une qualité et des prix optimaux. Un exemple fréquent concerne les installations transitiques. Si l'installation est modeste, il sera judicieux de ne faire qu'un seul lot regroupant la partie mécanique de la manutention et l'automatisme associé. Par contre si l'installation est importante et complexe, il faudra peut-être envisager de faire deux lots : un lot mécanique et un lot d'automatisme. Ce choix permet de réunir pour le projet le meilleur fournisseur de mécanique et le meilleur fournisseur d'automatisme. La meilleure offre globale est le plus souvent moins bonne que la somme des meilleures offres partielles. En revanche, cette façon de pratiquer entraîne un sérieux travail de coordination entre les attributaires des différents lots et le maître d'œuvre.

1.3 Le cahier des charges

La rédaction des appels d'offres est un art difficile. L'appel d'offres est ce que l'on dénomme un peu abusivement le cahier des charges. Ce document regroupe le recueil des besoins et les amorces de solutions qui constituent le rapport final de l'APD, en tout ou en partie. Des documents administratifs et commerciaux compléteront la partie technique. Le cahier des charges doit permettre de consulter les entreprises sans ambiguïté sur la prestation attendue.

Il faut se rappeler qu'un bon cahier des charges, s'il doit être complet, doit néanmoins rester lisible. Cela revient à dire qu'il ne doit pas excéder une cinquantaine de pages (cette valeur vient d'une enquête réalisée auprès de nombreux fournisseurs d'un grand groupe automobile). Si le cahier des charges est trop court, le sujet n'est pas couvert, et s'il est trop long, peu de lecteurs ont le courage de tout lire.

Un bon sommaire de cahier des charges pourrait être celui-là :

- une introduction qui situe le projet dans son contexte général
- les modalités de l'appel d'offres (nom et coordonnées des responsables, délai de réponse, etc.)
- l'exposé des besoins tel qu'il a été décrit dans l'APD
- l'exposé des contraintes
- les limites de fournitures, (définition de ce que fourniront le maître d'ouvrage et les attributaires d'autres lots)
- les performances attendues et les conditions de recettes
- la documentation attendue en fin de projet
- la formation des futurs exploitants et agents de maintenance
- les clauses de garantie et les pièces de rechange
- le tableau de décomposition des prix, éventuellement assorti d'un bordereau
- le calendrier général de l'opération
- les conditions d'achat et les modalités de paiement
- et les clauses juridiques.

Quelques chapitres de ce sommaire appellent un commentaire.

1.4 Les pénalités de retard

Il est toujours conseillé d'être le plus complet et clair possible. Il n'est pas rare qu'un client ne dévoile ses conditions de paiement qu'au cours de la négociation finale ou qu'il soit subitement question de pénalité de retard. Si l'on attend une bonne réponse technique au prix le plus juste, il est indispensable que celui qui va faire la proposition ait tous les éléments pour travailler. Ce genre de petits pièges mesquins empoisonne le climat de ce qui aurait dû devenir un partenariat.

Il y a beaucoup à dire sur les pénalités de retard. En premier lieu, la jurisprudence les limite à cinq ou dix pour cent. Ensuite les pénalités sont devenues une telle habitude que de nombreux fournisseurs les incluent déjà dans leur premier prix. Enfin, leur efficacité est à peu près nulle.

En effet, pour respecter son délai, un fournisseur a des motivations beaucoup plus fortes que le risque de perdre cinq pour cent du montant du marché : respecter la parole donnée, débloquer les derniers termes de paiement, libérer ses locaux et ses équipes pour les affecter à d'autres projets, garder la confiance de son client pour des affaires futures, etc.

Par ailleurs, si la fourniture en question n'est pas sur le chemin critique, le retard d'un fournisseur peut ne pas gêner le client final ; dans ce cas, pourquoi des pénalités de retard ? Si le retard est vraiment dommageable, les cinq pour cent d'un montant d'un seul lot ne répareront certainement pas le préjudice causé par le retard de mise en exploitation de tout l'entrepôt.

Par exemple, la défaillance d'une société d'informatique, titulaire d'un lot de trois millions de francs a retardé la mise en service d'un magasin de cent millions de francs. Les pénalités n'étaient rien en face de la perte d'exploitation correspondante. La seule parade dans ce cas aurait été des dommages et intérêts pour pertes d'exploitation.

1.5 La décomposition des prix

En ce qui concerne la décomposition des prix, son intérêt est souvent mal compris des consultés. Ils la considèrent comme un inutile travail supplémentaire et rechignent souvent à donner les détails qui ont permis d'en arriver au prix total.

Pourtant cette décomposition permet de corriger des malentendus toujours possibles malgré la qualité du dossier de consultation. Par exemple, un écart de prix de 300 % pour la rubrique identification des adresses physiques de deux offres de palettier a été relevé, lors d'un projet récent. La décomposition a permis de mettre en évidence que l'un des soumissionnaires avait prévu une étiquette par palette alors que le second n'avait prévu qu'une étiquette par alvéole de trois palettes.

Sans décomposition des prix cet écart serait passé inaperçu et que serait-il advenu ? Trois mille étiquettes à enlever et neuf mille à poser : retard, contentieux… ?. Plus tôt ce genre de problème sera découvert et réglé et mieux se porteront le projet et ses acteurs.

1.6 Le calendrier général de l'opération

Il est conseillé de donner, dans le cahier des charges, quelques indications concernant le planning souhaité par le maître d'ouvrage et de demander aux consultés de présenter leur propre planning détaillé. Cette démarche présente deux avantages. Premièrement, un fournisseur respectera plus facilement un délai qu'il aura luimême élaboré. Ensuite, l'examen du planning proposé en dira long sur le professionnalisme de l'entreprise qui répond.

1.7 Les services annexes

Les conditions de recettes sont trop rarement définies dans le cahier des charges de consultation. Il est important que le fournisseur sache à quoi il s'engage et qu'il puisse dès que possible affiner son prix et mettre au point l'organisation du projet.

Comme cela est détaillé plus loin, des essais de recettes bien organisés permettent, à l'aide des outils modernes de simulation, de gagner du temps et de l'argent. Il faut donc donner ce type d'information le plus tôt possible.

Les mêmes remarques sont à faire en ce qui concerne la documentation et la formation. Si les demandes sont claires dès le début du projet, la documentation pourra être construite au fil de l'étude de réalisation ; elle sera ainsi de meilleure qualité et moins coûteuse à établir que si elle avait été bâclée en fin de projet parce que non planifiée.

2. Les contrats de travaux

Cette phase du projet comprend elle-même plusieurs étapes :

- l'établissement de la liste des consultés
- les réponses aux questions des consultés
- le dépouillement des offres
- l'alignement technique des offres
- le comparatif
- les négociations
- et la passation de commande proprement dite.

2.1 Établissement de la liste des consultés

Une fois que les cahiers des charges auront été établis, il convient de décider à qui les envoyer pour obtenir les meilleures offres.

Il existe une règle d'or lorsque l'on établit la liste des consultés. C'est de ne jamais consulter un fournisseur à qui on a l'intention de ne pas passer commande pour des raisons valables (inexpérience dans le domaine, non respect habituel des engagements, demandes systématiques d'avenants, dépassement traditionnel des délais, etc.). Quand un projet d'investissement n'est plus secret, les services commerciaux des fournisseurs potentiels sont immédiatement sur la brèche et il est souvent bien difficile de les éconduire.

Mais, consulter un fournisseur simplement pour lui faire plaisir, alors qu'en son âme et conscience, on est persuadé qu'il est incapable de rendre le service attendu présente deux inconvénients majeurs.

Le premier est qu'il est parfaitement malhonnête de faire travailler une société si elle n'a aucune chance de remporter l'affaire. Les entreprises passent souvent dix pour cent de leur temps à répondre à des appels d'offres.

Le second inconvénient est que l'offre remise par ce fournisseur peut paraître séduisante sur le plan technique ou sur celui du prix. Et même si l'on est intimement convaincu que la réalisation ne sera pas à la hauteur de l'offre, il sera sans doute très long d'amener une direction qui n'a pas la même expérience ou un service achats qui cherche obstinément les prix les plus bas, à partager cet avis.

Cette aventure risque de faire gaspiller beaucoup de temps et d'énergie à de nombreuses personnes.

Le nombre de consultés doit être limité, jamais inférieur à deux et, sauf motifs exceptionnels, jamais supérieur à quatre ou cinq. Cela pour ne pas faire travailler trop d'équipes alors qu'un seul marché sera passé ; ensuite parce qu'il vaut mieux ne consulter que les plus qualifiés pour le problème posé ; enfin parce que le dépouillement des offres est une tâche longue et minutieuse et qui ne peut donc s'exercer correctement que sur un nombre limité de dossiers.

Il est raisonnable également de ne consulter que des sociétés dont le chiffre d'affaires est en rapport avec le montant du marché. Si le montant estimé du contrat représente un pourcentage trop important de l'activité annuelle, il est probable que le fournisseur aurait de grandes difficultés à y faire face. Dans le cas inverse, il faudra rester bien vigilant au fait qu'un tout petit contrat reste bien l'objet de soins attentifs et ne soit pas délaissé au profit de commandes plus prestigieuses.

Enfin, et tout particulièrement en période de crise, il faudra, avant la consultation, s'assurer de la pérennité des entreprises que l'on envisage de consulter en examinant notamment les trois derniers bilans.

2.2 Les réponses aux questions des consultés

Quelle que puisse être la qualité de l'appel d'offres il y aura des questions posées par les fournisseurs consultés. Le dialogue est toujours enrichissant et il permet déjà de se faire une opinion sur les compétences engagées par le fournisseur sur le dossier et sur sa motivation à obtenir le contrat.

En ce qui concerne les réponses à ces questions on se trouve en face de deux écoles. L'école anglo-saxonne communique les questions de chacun des concurrents et les réponses correspondantes à tous les consultés. Sur certains projets, cet exercice se fait lors d'une réunion générale à laquelle assistent le maître d'œuvre, tous les consultés et quelquefois le maître d'ouvrage.

L'autre école, plus traditionnelle, considère que des axes de solutions originales peuvent transparaître dans les questions posées et que diffuser, à tous, le savoir-faire de chacun fausse les règles de la concurrence.

2.3 Le dépouillement des offres

Dans le cadre des marchés publics et quelquefois dans certaines grandes sociétés, le dépouillement des offres est précédé de la cérémonie de « l'ouverture des plis ». Ce rituel a pour but de découvrir simultanément les prix initiaux de tous les concurrents et de les enregistrer dans un document officiel afin d'éviter des contestations ultérieures et/ou des manipulations déloyales.

L'analyse des offres et leur comparaison va s'effectuer sur un certain nombre de critères que l'on peut formaliser pendant la période où les entreprises rédigent leurs propositions. Ces critères seront de différentes natures : techniques, commerciaux, financiers ou autres. Ils dépendent essentiellement de la nature du projet et de la culture des maîtres d'œuvre et d'ouvrage.

Par exemple pour l'analyse d'une offre de chariots gerbeurs les critères techniques pourront être :

- la charge utile
- la hauteur de gerbage
- la hauteur de l'engin
- le poids de l'engin
- le rayon de giration
- la vitesse de translation
- la vitesse de levage
- la capacité de la batterie
- l'autonomie
- le temps de recharge
- l'existence d'un système de remplissage centralisé des batteries, etc.

Parmi les critères autres que techniques on pourra trouver :

- le prix bien sûr
- les facilités de paiements accordées
- les délais de livraison
- le coût du contrat de maintenance
- la durée de la garantie
- des références dont les caractéristiques sont très proches de celles du projet
- la proximité du service après-vente
- l'esthétique de l'engin
- les qualités relationnelles du service commercial, etc.

Le dépouillement des offres va donc consister à vérifier que celles-ci répondent bien aux problèmes qui ont été posés et qu'elles contiennent bien les informations correspondantes aux critères que l'on se sera fixé.

Dans la recherche de la rigueur et de l'objectivité, certaines sociétés, anglo-saxonnes notamment, scindent les dossiers de réponses en deux parties. La partie purement technique est confiée aux techniciens et la partie commerciale et administrative est confiée au service achats. De cette façon les analyses techniques sont plus sereines et plus objectives car elles ne sont pas influencées par les prix et inversement.

2.4 L'alignement technique des offres

Cette étape va permettre de recueillir les informations manquantes, d'une part ; et d'autre part, de réajuster l'ensemble des propositions pour qu'elles soient vraiment comparables. Toutes doivent répondre en totalité au cahier des charges mais aucune ne doit aller au-delà, non plus.

L'expérience montre que sur dix offres, une est correcte, une deuxième répond au-delà de ce qui était demandé et les huit autres offrent moins que ce qui était attendu, quelle que soit la qualité du dossier de consultation.

2.5 Le comparatif

Les offres étant cette fois complètes et précises, il s'agit maintenant d'apprécier chacune des offres pour chacun des critères retenus. Il existe plusieurs systèmes de notation. Une des plus objectives (ou des moins subjectives) consiste à procéder de la façon suivante.

Chaque critère de choix est affecté d'un coefficient de pondération. Par exemple, il pourra être décidé que l'aspect financier pèsera 25 % dans la décision finale. Pour ce critère, le prix pourra peser 80 %, les termes de paiement 15 %, et les modalités de paiement 5 %.

Ensuite pour un critère donné, la note zéro est attribuée à l'offre la moins bonne (même si elle est excellente dans l'absolu) et la note dix à la meilleure. Le barème ainsi déterminé permet, par une simple règle de trois, de noter très objectivement, par une péréquation, les offres de qualité intermédiaire. Il ne s'agit en aucun cas de donner une note dans l'absolu, mais de départager plus facilement des offres qui peuvent être assez voisines.

La somme des notes pondérées de tous les critères correspondant à une offre donne la note globale de l'offre et il devient facile de comparer les notes globales entre elles. Cette méthode est souvent appelée « analyse multicritère ».

2.6 Les négociations

Les trois phases précédentes auront permis d'établir ce que l'on appelle communément en ingénierie, la « short list », c'est-à-dire la liste des deux ou trois meilleures offres. C'est avec ces deux ou trois sociétés que les négociations auront lieu pour tenter d'obtenir des ristournes, des délais de garantie plus longs ou n'importe quel autre avantage.

Cette étape revêt une importance plus ou moins grande suivant les règles de conduite de chaque maître d'ouvrage. Dans les grandes sociétés américaines ou dans les marchés d'état, cette phase n'existe pas. Il est supposé que l'offre originale d'un fournisseur doit être d'emblée la mieux étudiée. L'équité de la mise en concurrence ne peut pas ainsi être mise en doute puisque les « fuites » ou les indiscrétions de toute sorte ne peuvent jouer aucun rôle.

À l'opposé, dans certaines sociétés, on assiste à de véritables débats de « marchands de tapis ». La bonne solution se trouve sans doute entre ces deux extrêmes.

2.7 La passation de commande

Une fois le fournisseur choisi, il faut rédiger le texte de la commande. Pour les équipements spécifiques, il est conseillé de prendre comme texte de base le cahier des charges de consultation, amendé de telle façon qu'il devienne le cahier des charges de commande. Les amendements apportés correspondront à la traduction en termes de moyens de ce qui a été précédemment exprimé en termes de besoins.

Pour les équipements standards d'un fournisseur, un chariot gerbeur par exemple, la partie technique de la commande se réduira à la référence du matériel choisi

assortie éventuellement de quelques paramètres (hauteur de levage, charge utile, etc.) et des options retenues.

À ces documents techniques, seront joints les documents administratifs et financiers mis à jour ; avec, en particulier, un calendrier d'exécution détaillé ayant reçu l'accord de tous les participants.

3. La direction des travaux

La direction des travaux consiste à vérifier la qualité des études d'exécution d'abord et la qualité des réalisations ensuite, fabrication en usine et montage sur site. Ce contrôle surveille, également, le respect des échéances du planning. Pour certains contrôles, il est fortement conseillé de se faire assister par un organisme spécialisé. Certains organismes, comme par exemple les APPAVE ou le CETIM, ont des équipes rompues à la vérification des calculs de structures de palettier. Il serait dommage de ne pas exploiter leur grande expérience.

Au début de la période de réalisation, des réunions de coordination seront organisées entre les différents intervenants du projet. Elles permettront de concilier en permanence les exigences de chacun et procéder éventuellement à des constats contradictoires avant même la période des essais de réception.

Ainsi, par exemple, est-il primordial, dans un projet mettant en œuvre des chariots à grande hauteur, que les caractéristiques du sol soient compatibles avec les exigences des chariots grande hauteur et des palettiers. Des réunions communes des fournisseurs de ces trois lots sont indispensables.

Le contrôle de respect du planning est grandement facilité par l'utilisation de la méthode PERT qui s'est fortement démocratisée et automatisée ces dernières années. En effet, il existe de nombreux progiciels dits de "conduite de projets" qui sont d'un coût relativement modique et qui sont utilisables sur la plupart des micro-ordinateurs de type PC.

Dans la grande majorité des projets, certains lots prennent du retard. Si le planning initial est tendu, il est probable que le chemin critique ne concernera plus les mêmes tâches qu'à l'origine. Des progiciels, comme ceux évoqués, après une remise à jour des seuls délais modifiés, calculeront automatiquement le nouveau chemin critique. Cela permettra au chef de projet d'exercer, en priorité, sa vigilance sur les tâches qui le nécessitent.

Le chapitre suivant est consacré à ce sujet.

4. Les recettes

Dans certaines industries, on utilise plutôt le terme de réception. L'étymologie de ces deux mots est la même. Une recette est le constat contradictoire qu'une fourniture correspond bien au cahier des charges de commande et qu'elle est donc « recevable ».

4.1 Recettes usine et recettes site

Les opérations de recettes ont lieu en deux phases : les recettes usine (on dit quelquefois aussi « recettes plate-forme ») qui se passent avant que la fourniture ne quitte l'usine du fournisseur et les recettes site qui se passent chez le client final.

Les essais usine doivent être aussi complets que possible. Si le calendrier de réalisation a pris un peu de retard par rapport aux prévisions, la tentation est grande de raccourcir cette étape pour effectuer la livraison chez le client au plus tôt. Céder à cette tentation dégrade un peu plus le planning. En effet, plus tôt un défaut est découvert moins il coûte d'y remédier. Le défaut n'aura perturbé, matériellement ou psychologiquement, ni le client ni les autres participants au projet. De plus, les équipes intervenant sur le défaut auront à leur disposition toutes les facilités de leur environnement habituel (outils, conseils, etc.). Ils n'auront pas non plus à subir le stress imposé par l'impatience des futurs exploitants. L'élimination du défaut sera ainsi beaucoup plus rapide.

Les essais site seront réservés aux essais qui n'auront pu avoir lieu en usine, par manque de place par exemple, et aux essais d'ensemble mettant en œuvre des fournitures d'origines diverses.

Il est à noter que certains essais concernant plusieurs prestataires peuvent être judicieusement effectués sur la plate-forme de l'un ou de l'autre avant les livraisons sur le site final. Cette remarque s'applique notamment aux essais de communication entre équipements d'automatisme et équipements informatiques. L'apparition de protocoles de communication standards n'a pas totalement éliminé, autant qu'on aurait pu l'espérer, les laborieuses mises au point.

4.2 Les cahiers de recette

Pour la recette usine comme pour la recette site, l'ensemble des vérifications doit être décrit dans des « cahiers de recette ». La teneur de ces cahiers aura déjà été exposée, à grands traits, dans les documents d'appels d'offres. Ces cahiers auront été complètement rédigés pendant la phase d'étude et de réalisation.

Il est important que la définition des essais à réaliser et les études de réalisation se fassent simultanément car le rédacteur sera ainsi parfaitement imprégné de son sujet. Cela est particulièrement vrai pour tout ce qui touche à la fourniture de logiciels d'application.

Pour certaines familles d'équipements, il existe des procédures d'essais normalisées. Elles ont été mises au point par un collège de fournisseurs au sein du SIMMA (le Syndicat des Industries de Matériels de MAnutention) comme, par exemple, les mesures de performances des transtockeurs. Depuis, le SIMMA est devenu le CISMA (syndicat des équipements et systèmes destinés à la Construction, aux Infrastructures, à la Sidérurgie et à la MAnutention) lors de son rapprochement avec le MTPS (union des industries d'équipement pour la construction, les infrastructures, la métallurgie).

À la suite d'un cahier de recette, se trouvent des fiches d'anomalies. Lors de la découverte d'un défaut pendant les essais, ces fiches permettront de noter rapidement ses

caractéristiques et le contexte dans lequel il a été mis en évidence. Cette procédure facilite les remises en ordre et évite d'oublier des défectuosités qui ne manqueraient pas de réapparaître plus tard, de façon plus ou moins opportune. Elle permet également de gérer de façon rigoureuse la levée des réserves.

4.3 La rédaction des cahiers de recette

La question est souvent posée de savoir qui doit rédiger ces cahiers. Ils peuvent être rédigés par le maître d'ouvrage ou par son maître d'œuvre. Ils ont à décider si la fourniture est acceptable ; ils doivent donc savoir quels tests ils veulent voir pratiquer.

Ils peuvent aussi être écrits par le fournisseur. Personne mieux que lui-même ne connaît les points délicats de ses équipements ou de ses logiciels ; il est donc le mieux placé pour déterminer les essais les plus utiles.

Les opposants à cette dernière solution soupçonnent plus ou moins implicitement le fournisseur d'avoir la tentation de « tricher » et de cacher les points faibles de sa prestation. Un fournisseur a toujours intérêt à satisfaire son client et cela, le plus tôt possible ; il s'agit donc d'un mauvais procès d'intention.

La solution la meilleure semble donc être la rédaction des cahiers de recette par le fournisseur avec une relecture par les maîtres d'œuvre et d'ouvrage. Ces derniers apporteront des compléments éventuels si besoin en était.

4.4 Recette provisoire et recette définitive

La recette provisoire est prononcée lorsque les essais de recette ont été positifs et qu'il ne subsiste plus que des réserves mineures n'empêchant pas le début de l'exploitation. Resteront éventuellement les réserves concernant la disponibilité car les mesures de celle-ci ne peuvent se faire que pendant l'exploitation.

La recette définitive est prononcée au bout d'une période allant de trois mois à un an si toutes les réserves ont été levées. Si les réserves n'ont pas été levées à cette date, la recette définitive est néanmoins acquise pour autant que l'exploitation soit viable. Le client est financièrement dédommagé de la gêne que représentent les dernières réserves par une somme à prélever sur la retenue de garantie. Le montant de cette somme est fixé à l'amiable entre le fournisseur et le client. Si l'exploitation n'était pas possible, il ne s'agirait plus alors de réserves mineures et les services contentieux auraient à intervenir.

Cette notion de recettes provisoire et définitive est une procédure héritée de l'ancien code des marchés publics. Les dernières éditions de ce code ne comportent plus qu'une seule recette, avec ou sans réserve. Le législateur a ainsi voulu protéger les fournisseurs contre les abus de certaines administrations qui manœuvraient pour ne jamais libérer le montant de la garantie, sous des prétextes plus ou moins fallacieux. Néanmoins beaucoup de contrats privés conservent cette disposition de recettes provisoire et définitive.

5. Les transferts

Que l'on ait une ou deux recettes, l'exploitation va commencer ; et il y a lieu de différencier le transfert de propriété et le transfert de responsabilité. Le transfert de propriété est effectif quand tous les paiements convenus ont été réalisés. Sur ce point il y a unanimité.

Mais le plus souvent les derniers paiements ne surviennent qu'après une certaine période d'exploitation, pour pouvoir mesurer certains types de performances ou pour mesurer la disponibilité de l'installation. Cela revient à dire que, dans ces cas, le client va exploiter un équipement qui ne lui appartient pas. Il y a donc lieu de veiller à ce que la responsabilité du propriétaire, à savoir le fournisseur, soit dégagée en cas d'incidents ou d'accidents dus à l'exploitant. Il est très rare que ce point soit traité convenablement.

6. La mise en exploitation

Pour qu'une mise en exploitation soit parfaitement réussie et que la montée en cadence ne s'éternise pas il y a quelques règles à respecter.

La formation des exploitants et des agents de maintenance doit avoir eu lieu à la bonne date ; ni trop tôt pour ne pas favoriser les oublis, ni trop tard bien sûr. Lorsque le personnel concerné fait déjà partie de l'entreprise, il est très souhaitable que la partie théorique de la formation ne soit pas dispensée sur le site même. Sinon, des sollicitations permanentes des interlocuteurs habituels empêcheront les formés d'être suffisamment disponibles et concentrés. Cette remarque s'applique tout particulièrement aux équipes de maintenance.

La date de mise en exploitation doit être bien choisie également et ne pas avoir lieu trop tôt, notamment avant un déverminage sérieux des logiciels. En effet, si les exploitants découvrent des imperfections encore trop nombreuses, ils auront du mal à faire confiance à leur nouvel outil. Un certain phénomène de rejet pourra alors être observé qui sera bien long et difficile à maîtriser par la suite.

7. La disponibilité

7.1 Définitions

La disponibilité est l'une des composantes de la sûreté de fonctionnement, à côté de la sécurité, la fiabilité, la maintenabilité, la survivabilité et la crédibilité. La définition de la disponibilité donnée par la norme NF X 60 500 est la suivante : « Aptitude d'une entité à être en état d'accomplir une fonction requise dans des conditions données, à un instant donné ou pendant un intervalle de temps donné, en supposant que la fourniture des moyens extérieurs nécessaires soit assurée ». La disponibilité d'un équipement est bien sûr une qualité primordiale puisqu'elle permet l'exploitation.

La disponibilité est fonction de la fiabilité et de la maintenabilité. La fiabilité est « l'aptitude d'une entité à accomplir une fonction requise, dans des conditions données, pendant un intervalle de temps donné ». La maintenabilité se définit « dans des conditions données d'utilisation, comme l'aptitude d'une entité à être maintenue ou rétablie, sur un intervalle de temps donné, dans un état dans lequel elle peut accomplir une fonction requise lorsque la maintenance est accomplie dans des conditions données avec des procédures et des moyens prescrits ».

La fiabilité est quantifiée par le MTBF (Mean Time Between Failures) ; c'est-à-dire la moyenne des temps séparant l'apparition de deux pannes consécutives[1]. La maintenabilité est définie par le MTTR (Mean Time To Repair) ; c'est-à-dire la moyenne des temps de réparation.

La disponibilité est donnée par la formule : D = MTBF / (MTBF + MTTR). Elle indique qu'un équipement peut avoir une bonne disponibilité soit en tombant rarement en panne, mais le dépannage prenant un certain temps ; soit en souffrant des pannes plus fréquentes, mais avec des temps de réparation très courts. Bien sûr la meilleure disponibilité sera atteinte avec, simultanément, une bonne fiabilité et une bonne maintenabilité.

Le SIMMA a édité une note technique très claire sur ce sujet.

La survivabilité est l'aptitude d'un équipement à « produire quand même » malgré certaines défaillances. C'est la qualité d'une installation qui n'est pas paralysée à la moindre panne.

7.2 La mesure de la disponibilité

Les exigences en disponibilité ont été données dans le cahier des charges de la commande. Il va falloir mesurer cette disponibilité pendant l'exploitation. Cette mesure ne peut se faire qu'avec application et bonne foi. Application, car il faut prendre la peine de noter toutes les pannes et leur durée, alors même que la priorité est plutôt donnée au dépannage qu'aux travaux d'écriture. Bonne foi, car certaines pannes sont dues à une mauvaise exploitation et ne sont pas de la responsabilité du fournisseur. Bonne foi encore, car la durée de la panne dépend grandement de la compétence de l'agent de maintenance du client, de sa disponibilité et de sa diligence.

Le suivi des équipements comme des transtockeurs automatiques, qui sont raccordés au système informatique, sera, en partie, fait par celui-ci. En partie seulement car il sera indispensable de saisir à la main des commentaires sur les causes réelles et sur le détail des temps d'intervention.

1. Certains auteurs, peu au fait de la sûreté de fonctionnement, traduisent MTBF par « Moyenne des Temps de Bon Fonctionnement ». Il s'agit d'une grossière erreur de concept car le MTBF est la somme du temps de bon fonctionnement et du temps de panne, alors que par définition la moyenne des temps de bon fonctionnement exclut les temps de panne.

4

LE PLANNING D'UN PROJET

Le planning proposé ci-après ne donne qu'une indication de ce que pourrait être le planning d'un projet de construction d'un entrepôt moyen.

Beaucoup de facteurs interviennent et qui peuvent modifier considérablement la durée de certaines tâches comme la disponibilité des données de base, la taille de l'entrepôt, le degré de sophistication des équipements prévus, la compétence des équipes engagées aussi bien dans les études que dans la réalisation, etc.

Un certain nombre de tâches n'ont pas été prises en compte comme la recherche d'un terrain. Si le maître d'ouvrage ne possède pas déjà le terrain, il est conseillé de lancer la recherche à partir des surfaces approchées de l'avant-projet sommaire. Il est à noter, à ce sujet, que les terrains situés dans des zones stratégiques deviennent de plus en plus rares. Le temps passé à cette recherche risque donc d'être significatif.

LES RISQUES DE DÉRIVE

Afin d'attirer la vigilance du concepteur et du maître d'œuvre, voici les causes de dérive les plus fréquemment observées.

1.1 La disponibilité des données de base

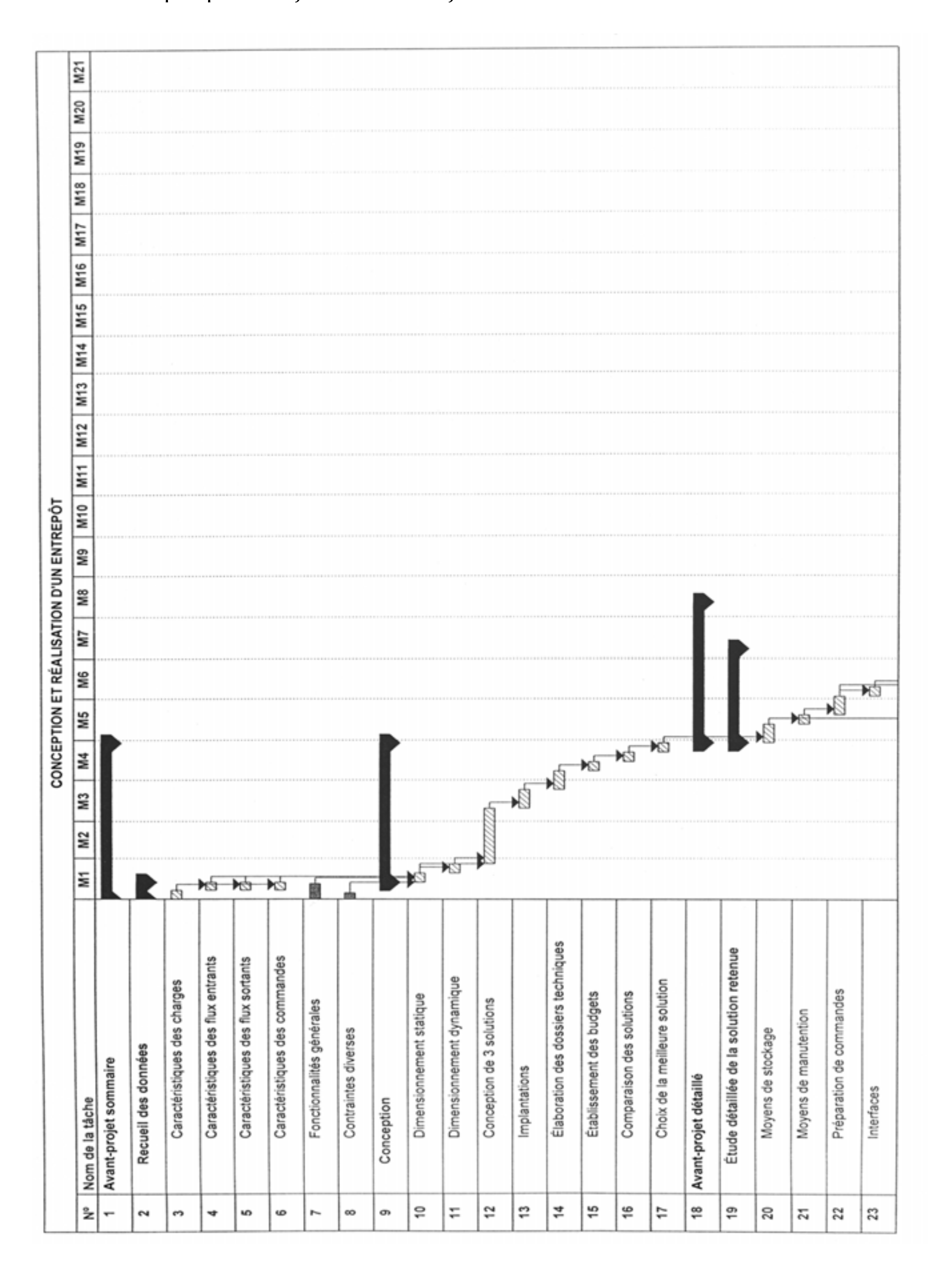
C'est la première difficulté rencontrée dans un projet et l'une des plus importantes. Elle est de l'entière responsabilité du maître d'ouvrage. Les données sont rarement disponibles ; quand elles le sont, elles ne sont pas toujours fiables. De plus, il est exceptionnel qu'elles soient directement utilisables par les logisticiens.

1.2 Les qualités géophysiques du terrain

Les terrains restant disponibles ont généralement des qualités constructives assez médiocres. Les meilleurs ont déjà été vendus ! Si l'on tombe sur d'anciens remblais il sera nécessaire de procéder à une substitution de sol ou de réaliser des fondations profondes. Les délais risquent d'être sensiblement rallongés et les budgets augmentés.

1.3 L'enquête publique

Pour un établissement d'une certaine importance et donc classé, l'autorisation d'exploitation et le permis de construire ne seront accordés qu'après enquête publique. Si le voisinage abrite des militants écologistes, ou dits tels, quelque peu vindicatifs et hostiles au projet, le planning peut prendre plusieurs mois de retard et même l'entrepôt peut ne jamais voir le jour à cet endroit.



CONCEPTION ET RÉALISATION D'UN ENTREPÔT

N°	Nom de la tâche	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15	M16	M17	M18	M19	M20	M21
24	Locaux annexes																					
25	Implantations																					
26	Organisation générale																					
27	Pré-consultations																					
28	**Rédaction des spécifications**																					
29	Bâtiment																					
30	Lots techniques																					
31	Eqpts de stockage																					
32	Eqpts de manutention																					
33	Système informatique																					
34	Identification automatique																					
35	Terminaux radio																					
36	Consolidation des budgets																					
37	Consolidation de plannings																					
38	**Dossiers de consultation**																					
39	Rédaction des cahiers des charges																					
40	Lancement des appels d'offres																					
41	Réponse aux consultés																					
42	**Assistance à contrats de travaux**																					
43	Comparaison des offres																					
44	Négociation																					
45	Passation des contrats																					

CONCEPTION ET RÉALISATION D'UN ENTREPÔT

N°	Nom de la tâche	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15	M16	M17	M18	M19	M20	M21
46	**Réalisation**																					
47	Surveillance des travaux																					
138	Surveillance des budgets																					
184	Surveillance de l'avancement																					
230	Élaboration du permis de construire																					
231	Instruction du dossier																					
232	Construction bâtiment																					
233	Études de réalisation équipements																					
234	Rédaction des cahiers d'essai																					
235	Construction en usine																					
236	Essai de recette usine																					
237	Installation sur site																					
238	Essai de recette sur site en indépendant																					
239	Essai de recette sur site d'ensemble																					
240	Levée des réserves																					
241	Formation de l'encadrement																					
242	Formation des exploitants																					
243	Formation des agents de maintenance																					
244	Emménagement																					
245	Transfert																					
246	Montée en cadence																					

5

Les conditions de la réussite

Certains projets de magasins se heurtent à des difficultés dont certaines se rencontrent souvent. Ce chapitre va inventorier ces difficultés et proposer des parades.

1. Le vrai problème des études gratuites

Fréquemment, les maîtres d'ouvrage demandent, consciemment ou inconsciemment, aux constructeurs d'équipements de faire les études de conception.

1.1 La position des utilisateurs finaux

La tentation est grande, pour les utilisateurs finaux, de demander directement à des constructeurs d'étudier leur projet. Certains grands comptes s'en étaient même fait une règle d'or. Apparemment cette façon de procéder présente plusieurs avantages. D'abord, il est évident pour tous que les constructeurs disposent d'équipes compétentes et expérimentées. Leurs bureaux d'études sont rompus à l'utilisation des outils modernes : conception et dessin assistés par ordinateur, logiciels spécifiques de dimensionnement, et même pour certains leaders, logiciels de simulation.

Ensuite, si plusieurs constructeurs sont consultés simultanément, le client final va se trouver en possession d'une panoplie de solutions qu'il n'aurait pas sans doute imaginée lui-même.

Enfin, le constructeur qui réalise l'étude est un fournisseur potentiel. Le client, tout aussi potentiel, considère que l'étude doit obligatoirement être un geste commercial.

1.2 La position des constructeurs

La tentation est aussi grande, du côté des constructeurs, d'adopter l'attitude symétrique. Il y a encore plusieurs raisons à cela. Tout technicien a envie de montrer ce dont il est capable, c'est tout simplement humain.

La seconde raison est plus commerciale. En effet, le constructeur peut penser que, en intervenant très tôt dans le projet, il pourra influencer le cours des choses pour que la conception corresponde plus exactement aux produits de son catalogue.

1.3 Les inconvénients

Après avoir regardé les avantages, voici maintenant les nombreux et graves inconvénients :

- la démarche : le métier d'un constructeur est de concevoir, de fabriquer et d'installer des équipements. Il raisonne donc, par profession, en termes de moyens et non en termes de besoins. Envisager déjà des solutions, alors que le problème n'est sans doute pas encore complètement posé, est le plus sûr chemin pour rater un projet.
- la divulgation du savoir-faire. Il est fréquent de voir des maîtres d'ouvrage communiquer les « bonnes idées » d'un constructeur à un autre constructeur moins cher ou mieux en cour. Est-ce bien honnête ?
- l'objectivité : quelle que puisse être la qualité des matériels proposés dans le catalogue d'un constructeur, il serait bien extraordinaire que le catalogue d'un concurrent ne propose pas, quelquefois, un matériel mieux adapté à certains cas de figure. Il serait alors bien héroïque au premier constructeur d'en convenir.
- la gratuité : bien sûr, quand une équipe d'ingénieurs et de techniciens se penche sur un projet, il faut bien que quelqu'un assume salaires et autres charges. Le fait que le constructeur n'obtienne pas une juste rétribution du temps passé a deux conséquences immédiates.

La première est de limiter le nombre d'heures à passer, ce qui ne va sans doute pas dans le sens de la qualité des études.

La seconde est que le constructeur aura, un jour ou l'autre, des grosses difficultés financières. La gratuité des études est l'une des causes principales des vicissitudes qu'a subies l'industrie de la manutention durant ces dernières décennies.

1.4 Les solutions

Au moins trois solutions existent pour pallier les inconvénients que l'on vient de voir :

- les concours : les concours sont un compromis acceptable. Plusieurs constructeurs sont consultés. Celui dont le projet est le meilleur est récompensé de ses efforts par la commande des équipements. Les quelques suivants reçoivent un montant qui les dédommage, en tout ou en partie, des frais engagés. Souvent ce montant est dégressif : le troisième touchant moins que le second. Les derniers dont les prestations n'ont pas présenté d'intérêt ne touchent rien. Ce système ne pallie cependant pas l'inconvénient de l'unicité du catalogue.
- les équipes internes : pour les grandes sociétés, il peut être intéressant d'avoir ses propres bureaux d'études capables d'étudier les projets complets. Dans ce cas, les constructeurs ne seront plus sollicités que lors des pré-consultations et des consultations finales, et cela devient équitable.

  Les équipes internes connaissent parfaitement les données générales de la société à laquelle elles appartiennent, et c'est un avantage. Par contre, elles n'ont pas l'expérience de ce qui se fait dans d'autres industries qui peuvent

posséder une certaine avance dans certains domaines. Il n'y a pas de transfert de technologie. L'autre difficulté présentée par les équipes internes est de leur assurer une activité permanente.

- les équipes externes : une bonne solution est d'utiliser des compétences externes, ingénieries ou consultants indépendants. Nombreux sont ceux qui sont compétents et qui peuvent réaliser des transferts de technologie ou de la « fertilisation croisée ».

De prime abord, leurs services peuvent paraître chers. Mais la rapidité de leurs interventions, leur productivité et les erreurs qu'ils permettent d'éviter amortissent très vite leurs honoraires.

2. Résister à la tentation de vouloir aller trop vite

2.1 Soigner le recueil des données

Le recueil des données est une étape souvent fastidieuse car elle n'a pas été prévue, et par conséquent non préparée suffisamment à l'avance. Or, aucune étude statistique n'est sérieuse si elle ne porte pas sur une durée d'au moins douze ou treize mois. Sans préparation en temps utile, il est nécessaire de compulser des kilos de listings et de les dépouiller. Il arrive aussi qu'il faille ressaisir manuellement des données indispensables parce que les fichiers informatiques ont été déjà détruits et que seuls subsistent les listings papier.

C'est au cours de cette étape qu'apparaît tout l'intérêt d'une bonne collaboration entre le service informatique du maître d'ouvrage et l'équipe chargée de l'étude du magasin. Même s'il est laborieux et ingrat, le recueil de données conditionne la qualité de la conception.

2.2 Respecter les étapes de l'avant-projet

Toutes les étapes décrites dans la première partie de cet ouvrage sont incontournables. Chacune apporte une plus-value spécifique au projet. Par exemple si l'on se dispense de l'avant-projet sommaire, tôt ou tard on stoppera l'étude pour explorer une solution technologique qui n'aura pas été examinée à temps. L'équipe sera déconcentrée, le planning décalé et il restera un petit arrière-goût de raté. Au pire, l'on passera à côté de la bonne solution pour s'être engouffré trop vite dans des scénarios d'a *priori*.

Si c'est le plan directeur qui n'est pas réalisé, le magasin risque de convenir pour l'activité actuelle mais de n'être plus du tout adapté dans les quelques années à venir. Il est tolérable qu'une équipe de projet interne fasse preuve d'un peu moins de rigueur que des intervenants extérieurs, mais aucune étape ne doit être oubliée.

2.3 Penser besoins avant moyens

Les ingénieurs et les techniciens sont des créateurs. Or, créer c'est d'abord imaginer. Et imaginer un magasin c'est « voir » des palettes, des meubles de stockage, des quais... c'est-à-dire des moyens. Cela est humain et valable pour n'importe quel équipement industriel. Mais les moyens sont des solutions et les solutions ne doivent pas apparaître avant que le problème ne soit posé et correctement posé.

Il faut se faire violence pour ne pas avoir de solutions *a priori*, sinon il est probable que la vraie bonne solution sera laissée de côté.

2.4 Ne pas court-circuiter les essais en plate-forme

Toujours dans la série « tâchons d'aller plus vite », il est très fréquent qu'un chef de projet pense, en toute bonne foi, qu'il raccourcira son planning, en limitant ou en évitant les essais en usine ou en plate-forme. Il faut bien penser que toute réalisation naît avec un certain nombre d'erreurs et d'imperfections. Il est éminemment souhaitable que tout cela soit corrigé avant la mise en exploitation, tout le monde est d'accord là-dessus, mais pas toujours sur la façon de procéder.

En effet, il est beaucoup plus facile à un constructeur de détecter et à plus forte raison de réparer des anomalies dans ses propres locaux que sur le site de l'utilisateur final. Les acteurs ne seront pas en déplacement, ils disposeront de tous leurs outils habituels, de toute leur documentation ; et ils ne seront pas soumis au stress venant de l'impatience du futur utilisateur ou des autres corps de métiers concernés par le projet. La productivité sera bien meilleure, et tout compte fait on gagnera beaucoup de temps.

Non seulement on gagnera en temps mais aussi en qualité. Combien de réalisations dont les essais ont été trop rapidement menés survivent avec des défauts plus ou moins pénalisants pour l'exploitation et qui ne seront peut-être jamais corrigés ?

3. Éviter les oublis

Les mêmes omissions se rencontrent fréquemment dans les études. Elles risquent de nuire gravement à l'exploitation ultérieure. Dans l'ordre ce sont :

- la gestion des vides. Quand une palette est vide, il faut bien la manutentionner et la stocker. Il s'agit de flux et de volume qui atteignent souvent 10 % des flux et volumes principaux. C'est important.
- les flux retours et les litiges. Même s'ils sont faibles, ces flux sont très perturbateurs car généralement non planifiés et toujours à contresens. Il est à noter que si certains retours sont dus à des livraisons non conformes, d'autres sont systématiques. À titre d'illustration, on peut citer comme exemple de métier où l'on trouve ces retours les vépécistes de la chaussure. Les clients commandent habituellement deux pointures du même modèle et renvoient, après essayage à domicile, celle qui ne leur convient pas.

- les réapprovisionnements. L'optimisation des mouvements de picking mobilise tellement l'attention des concepteurs qu'ils en oublient souvent la fonction « réappro ».

Nos amis anglais ont un proverbe tout à fait adapté à la situation : « Le diable se cache dans les détails ».

4. Associer les flux physiques et d'informations

Les nouveaux magasins sont systématiquement gérés à l'aide de systèmes informatiques. Et pourtant, il est encore très fréquent de voir des entrepôts conçus, voire réalisés, indépendamment des spécialistes de la gestion des magasins.

Une réalisation, dans laquelle les automatismes et l'informatique seront plaqués sur des solutions physiques déjà figées, ne sera jamais optimale.

Heureusement, il y a quelques équipes d'études intégrées qui possèdent tous les spécialistes : transiticiens, logisticiens, automaticiens et informaticiens. Mais ces cas sont trop rares et la qualité de la conception s'en ressent.

5. Préparer les futurs exploitants

L'implication du personnel et son adhésion à un projet qui risque de remettre en cause bien des habitudes passent inévitablement par trois étapes.

5.1 Informations

La première étape consiste, bien sûr, à informer l'équipe des magasiniers qui sera directement concernée mais aussi les équipes avoisinantes, si ce n'est l'ensemble du personnel du site.

Les réunions imposées par les différentes réglementations sont incontournables, mais ne sont généralement pas suffisantes. Plusieurs réunions auront lieu tout au long de l'étude et se prolongeront pendant la phase de réalisation. Le nombre de réunions sera adapté aux différentes équipes. Plus elles seront concernées, plus elles seront informées.

5.2 Participation des futurs exploitants

Pendant l'étude, il sera souvent très constructif de recueillir l'avis des futurs utilisateurs. Les avis seront recherchés pour tout ce qui touche l'ergonomie par exemple. Le choix d'un fournisseur de chariots élévateurs, parmi ceux qui restent en lice en dernière phase de négociation, par les caristes eux-mêmes est une excellente façon, pour eux, de s'approprier le projet.

Les avis des magasiniers dans le choix d'un type de transpalette à conducteur accompagnant ou à conducteur porté, à commande par volant ou par timon, à conduite frontale ou à conduite latérale, etc. seront infiniment précieux.

5.3 Formations

Les formations, elles aussi, se feront en plusieurs étapes. Elles pourront débuter par une présentation des concepts d'une gestion rationnelle et optimisée d'un magasin moderne (classification, ordonnancement, identification automatique, etc.) pour l'encadrement et la maîtrise.

Une formation à la conduite des nouveaux engins choisis s'impose pour tous les conducteurs potentiels. Cette formation sera adaptée en fonction de l'expérience des intéressés, des habilitations qu'ils possèdent déjà ou non, et de leur connaissance du type de matériel que l'on souhaite acquérir. Ces séances de formation peuvent, suivant les cas, aller de un jour à une semaine.

Il n'est pas mauvais que la maîtrise, voire l'encadrement, ait une initiation à la conduite de ces engins même s'il ne leur revient pas de les conduire. Ils seront ainsi plus proches de leurs équipes et comprendront mieux certaines de leurs difficultés.

Cette formation peut avoir lieu dans des établissements spécialisés, chez les constructeurs pressentis qui possèdent souvent leur propre "école" ou sur le site avec les engins définitifs. Cette dernière solution est à rejeter dans le cas d'une formation longue pour deux raisons. La première est que les gens en formation sur le lieu habituel de leur travail sont toujours sollicités par des tâches dites urgentes et leur formation en pâtit forcément. La seconde raison vient du fait que cet apprentissage sur site ne peut avoir lieu qu'à la livraison des engins, et qu'elle sera sans doute sur le chemin critique du projet en ayant toute chance de retarder la mise en exploitation.

La formation à l'exploitation du système informatique sera particulièrement soignée, surtout si la gestion du magasin était auparavant purement manuelle. Elle aura deux objectifs : former les exploitants et former un ou deux membres du service informatique qui devront pouvoir intervenir sur le système en cas d'anomalies ou de modifications.

Les derniers modules de la formation concerneront la maintenance. Ils s'adresseront au personnel d'exploitation chargé de l'entretien de premier niveau des équipements de manutention. Une autre formation sera réservée aux agents de maintenance responsables des interventions plus lourdes de diagnostic, de dépannage ou d'appel du service après-vente du constructeur. Si l'installation est relativement importante, les cours seront spécialisés et dispensés aux différents corps de métier : mécaniciens, électromécaniciens, automaticiens, etc.

Partie 2

Concevoir la partie physique du magasin

6

Les décisions pré-requises

Avant de commencer l'étude d'un entrepôt, un certain nombre de réflexions préalables auront dû être menées à leur terme et les décisions correspondantes prises. Il s'agit notamment du nombre d'entrepôts nécessaires à la logistique globale de l'entreprise, de leur implantation et du périmètre de l'activité qui leur sera dévolue.

1. Le nombre d'entrepôts

1.1 Le point de vue économique

Quel est le nombre optimal de sites à prévoir pour assurer l'ensemble des besoins logistiques de l'entreprise ?

Il est déterminé par le coût minimal de la fonction globale. Ce coût global est la somme des trois coûts d'approvisionnement, d'exploitation et de distribution.

Le coût d'approvisionnement croît avec le nombre de sites. Pour une même origine, le kilométrage à parcourir sera plus important. Dans certains cas, le taux de remplissage des camions pourra diminuer.

Le coût d'exploitation augmente également avec le nombre de sites : redondance de certains postes fonctionnels, moins bonne synergie des postes opérationnels, addition de frais structurels et administratifs.

Les coûts de distribution, eux par contre, diminuent puisque le kilométrage à parcourir pour atteindre les clients se réduit.

La figure 6.1 montre que, dans ce cas, tout à fait théorique, le nombre optimal de sites est de deux.

Il semblerait judicieux de tenir compte dans cette approche de la notable sous-évaluation actuelle des coûts de transport. Elle est, aujourd'hui, reconnue par tous et sera, sans aucun doute, corrigée dans les mois et les années qui viennent.

Par ailleurs, dans la grande distribution, un seul site permet quelquefois de réduire les stocks des produits tournant peu. Leur présence dans chaque entrepôt régional impliquerait des stocks supérieurs à ce que justifierait leur taux de rotation.

Figure 6.1 – Calcul du nombre optimal de sites

1.2 Les autres points de vue

L'aspect économique de ce problème n'est pas le seul à devoir être considéré. L'augmentation du nombre de sites présente un certain nombre d'avantages moins directs mais à ne pas négliger :

- Des plates-formes plus proches des points de livraison doivent sensiblement réduire les délais de livraison. Ce peut être un atout commercial. Ce point deviendra essentiel dans le cas du e-commerce.
- Le capital correspondant au stock rassemblé dans un seul lieu sera moindre. Les assureurs devraient apprécier et diminuer les primes.
- L'activité de l'entreprise sera moins sensible à de graves intempéries ou problèmes sociaux.

2. La situation de l'entrepôt

La réflexion précédente portant sur le nombre de sites n'a pas pu être conduite sans retenir des hypothèses de localisation du ou des entrepôts au moins à l'échelle régionale. L'étude du magasin serait plus rapide si la localisation était plus précise, définition de la zone industrielle, ou mieux, du terrain.

En effet, d'importantes contraintes constructives, les hauteurs de bâtiment notamment, dépendent des règlements d'urbanisme qui varient notablement d'une zone à l'autre. Les qualités géophysiques du sol ont également une forte influence sur le projet.

Certains rétorqueront, non sans quelques raisons, (l'éternel problème de l'œuf et de la poule !) qu'il est difficile de chercher le terrain le plus adéquat tant que les besoins en surface et en volume ne sont pas définis précisément.

Si c'est cette dernière démarche qui est retenue, il existe deux possibilités. Soit l'étude de l'entrepôt devra être reprise pour s'adapter aux contraintes du terrain définitif, soit elle devra comporter suffisamment de scénarios pour que l'on soit à peu près certain que l'un d'entre eux, au moins, convienne.

La façon à la fois la plus sage et la plus rapide de procéder est en fait un compromis de ces deux positions extrêmes : commencer les recherches de terrains sur les bases du pré-dimensionnement de l'APS.

3. La définition du stock à accueillir

3.1 Remarque préliminaire

Il est primordial de bien différencier le domaine de responsabilité de la gestion des stocks de ce qui est du ressort de la gestion du magasin. Il est regrettable que les deux soient très souvent confondus.

La gestion des stocks décide d'un certain nombre de principes stratégiques comme déterminer les articles qu'il y a lieu de tenir en magasin et en quelles quantités, choisir les modes et échéances de réapprovisionnement, opter pour un mode de valorisation du stock et y procéder, etc.

La gestion du magasin a pour rôle de mettre en œuvre les principes décidés par le gestionnaire du stock en optimisant les flux physiques correspondant à l'intérieur du magasin.

Le détail des tâches incombant à l'une ou à l'autre est donné dans les chapitres réservés au flux d'information.

3.2 Le stock cible

Avant de lancer l'étude de l'entrepôt, il est indispensable de vérifier la validité des données que l'on va recueillir concernant les références et le volume du stock à accueillir. Sont-elles bien à jour ? Ont-elles été soigneusement épurées par le gestionnaire du stock ? Il est exceptionnel que l'analyse des listings ne permette pas de découvrir de nombreux rogatons qui sont jalousement conservés dans un coin depuis une éternité ou presque ! Dans le cas d'un entrepôt existant, il est habituel de trouver des articles qui ne sont même plus au catalogue et dont personne ne sait que faire. Dimensionner un bâtiment et donc investir pour des références mortes serait difficilement pardonnable.

4. La définition des contraintes transport

La responsabilité de l'entrepôt et la responsabilité du transport sont une fois sur deux confiées à des cadres différents. Néanmoins, les deux activités sont très fortement interfacées. L'organisation du transport est particulièrement importante dans l'étude de l'entrepôt.

Le concepteur devra avoir une idée relativement précise de cette organisation et notamment connaître :

- le nombre de transporteurs retenus
- la présence ou non d'un régulateur
- le besoin ou non d'une consolidation des commandes avant remise
- la philosophie générale : affrètements, lots, demi-lots, messagerie, etc.
- le plan transport qui définit les horaires de remise en fonction de la région des destinataires.

Tous ces éléments permettront de définir les besoins en flux instantanés et auront une forte influence sur le dimensionnement des équipes et des équipements et leur ordonnancement.

5. LE FORMAT DES CARTONS DÉTAIL ET LE CALAGE

Une étude particulière est à conseiller pour définir le nombre optimal de formats différents de cartons détail et les dimensions correspondantes. De nombreux critères contradictoires sont à prendre en compte qui conduiront au meilleur compromis. Le plus souvent, l'on procédera par simulation en utilisant les algorithmes de précolisage du WMS.

Voici les arguments principaux militant en faveur d'un petit nombre de formats :

- réduction des stocks de consommables
- utilisation d'une seule machine à former les cartons
- flux de cartons moindre induisant un moindre dimensionnement des convoyeurs
- meilleure fiabilité des convoyeurs de préparation.

Les arguments contraires sont :

- consommation accrue de matériau carton (les cartons auront un taux de remplissage moyen moindre) d'où un budget supérieur en consommables
- coûts de transport supérieurs (l'on transporte du vide).

Les formats choisis vont donc avoir une influence indéniable sur le dimensionnement de la zone de préparation détail. Si le nombre de formats est limité, les cartons détail seront, en moyenne, plus grands. Le débit des convoyeurs sera moindre mais chaque carton visitera davantage de postes de préparation.

Si un formage automatique est justifié, le nombre de formeuses sera plus réduit. Il faut noter qu'une formeuse ne peut traiter efficacement que deux formats, une même base et deux hauteurs. Sinon les changements de formats consomment un temps dissuasif (temps de set up de l'ordre de 20 minutes).

Si une étude approfondie n'a pas pu être menée, le concepteur pourra retenir trois formats :

- un premier modèle dont la base sera un sous-multiple de la palette 80 X 120, formé automatiquement si le flux le justifie
- un deuxième modèle ayant la même base mais d'une hauteur supérieure, formé comme le précédent

- un troisième petit modèle, formé à la main, réservé à l'envoi des échantillons et des reliquats urgents. Si le système transitique envisagé ne garantit pas un bon traitement de ce petit format, il pourra être envisagé de les placer momentanément dans un autre carton ou dans un bac de dimensions convenables.

Pour plus de précisions se reporter au chapitre traitant de la préparation détail.

Le format est la donnée la plus dimensionnante, mais le type de carton est aussi intéressant notamment en ce qui concerne le mode de calage envisagé. Par exemple, le choix d'un calage par rétraction d'un film auto-soudable impliquera l'installation du four de rétraction en fin de préparation.

Parmi les grands modes de calage qui nécessiteront des équipements particuliers, peuvent être cités :

- le film rétractable évoqué ci-dessus
- les chips et flocons de polystyrène expansé
- le papier recyclé froissé automatiquement
- les coussins d'air
- les sachets de mousse polyuréthane
- le papier ou le carton découpé.

Deux autres systèmes de calage sont récemment apparus sur le marché :

- Le premier procédé consiste à coller une feuille de carton déformable au-dessus des objets à caler. Cette feuille a des rabats que la machine spécifique vient plaquer sur les parois intérieures du colis.
- Le second procédé n'est pas un calage à proprement parler ; il consiste à couper les bords du colis juste au-dessus des objets avant de poser la coiffe. Cette solution présente l'avantage de réduire les volumes à expédier au strict nécessaire.

Les frisons de bois ne seront cités que pour mémoire de même que les « popcorn ».

Le mode de fermeture, pliage de rabats ou formage et dépose d'une coiffe conduit aussi à des équipements différents en encombrement, cadences et coûts d'investissement et d'exploitation.

7

LES DONNÉES STATIQUES

1. LES FAMILLES LOGISTIQUES

La première tâche de la conception du magasin va consister à étudier le catalogue et classer les articles dont il aura été décidé de les tenir en stock. Ces classements se feront suivant plusieurs critères et seront souvent croisés. Pour chacun des critères, le nombre de classes sera limité à trois ou quatre, cinq au maximum. Le but de ces premiers classements est de définir les modes de stockage, les équipements statiques correspondants puis les volumes de stockage qui vont s'avérer nécessaires, et enfin les équipements dynamiques.

1.1 La notion de famille logistique

Une famille logistique est un ensemble cohérent d'articles qui vont nécessiter les mêmes moyens de stockage, de manutention et de préparation de commandes (manipulation et procédures).

Il est nécessaire de définir les différentes familles que l'on rencontrera dans le projet dès le début de l'étude et classer les articles à l'intérieur des familles ensuite.

1.2 Les familles dépendant de la nature des produits

Chacune des familles suivantes va exiger des mesures particulières imposées le plus souvent par la réglementation ou les contraintes de manutention.

- Aérosols ; ils demandent des dispositions particulières qui seront développées au chapitre traitant de la sécurité.
- Liquides inflammables. Même remarque.
- Produits dangereux. Même remarque.
- Produits présentant des incompatibilités entre eux. L'on évitera de stocker les pétards à côté des allumettes ou les papiers photographiques sous les flacons de révélateurs ou de fixateurs.
- Produits présentant une incompatibilité avec l'eau, notamment l'eau d'extinction d'incendie.
- Produits sensibles ; c'est ainsi que l'on dénomme pudiquement les articles qui sont particulièrement tentants et sont donc victimes de la « démarque inconnue »

c'est-à-dire du vol. Parmi les grands classiques l'on retrouve les piles électriques, les montres, les flacons de whisky, les cadeaux d'entreprise, etc.

- Produits à stocker à une température donnée. Ils nécessiteront bien sûr des enceintes climatisées ou réfrigérées suivant les cas. L'on fera une distinction entre les différentes classes.
  – Le stockage sous température dirigée, souvent comprise entre 15 et 25° C (médicaments récents, graisses alimentaires végétales, etc.).
  – Le stockage dit « au froid positif », entre 4 et 15° C (certains aliments et médicaments, émulsions photographiques, etc.). Le stockage de certains sérums demande des enceintes dont la température ne doit pas varier de plus de un ou deux degrés par rapport à la valeur de consigne.
  – Le stockage « au froid négatif » jusqu'à – 35° C pour les aliments surgelés par exemple. Ces derniers présentent des contraintes particulières qui seront développées plus loin.
- Produits longs. Ces produits réclament des équipements de stockage et de manutention tout à fait spécifiques. Des sous-familles pourront voir le jour en fonction des différentes longueurs observées par exemple.
- Les rouleaux (tissus, moquettes, etc.). Même remarque.
- Les tôles et tous les produits plats. Même remarque.
- Produits à durée de vie limitée (notion de FIFO, FEFO). Ils demanderont une gestion particulière lors de la préparation de commande.
- Produits soumis à quarantaine. Ils exigent une gestion adaptée, voire des zones dédiées.
- Produits sous le régime des alcools. Leur gestion doit permettre un contrôle immédiat, exhaustif et inopiné des agents du fisc.
- Produits sous douane. Même remarque.
- Produits destinés au transit aérien. L'accès à leur zone de stockage doit désormais être contrôlé.
- Les produits pharmaceutiques. Leur stockage doit répondre aux « Bonnes pratiques de distribution » (ensemble de recommandations élaborées par le Conseil des Communautés européennes et francisées sous le contrôle du Ministre de la santé, via l'Agence du Médicament), non-croisements de flux, « sanitation » des locaux, etc. Ces différents points seront développés plus loin. À l'intérieur de cette grande famille, l'on trouve des sous-familles aux contraintes bien particulières.
  – Les produits dérivés sanguins. Ils demandent la saisie du nombre « d'unités internationales », boîte unitaire par boîte unitaire.
  – Les toxiques ((tableau 1). Ils doivent faire l'objet d'une traçabilité particulièrement rigoureuse, à la boîte près.
  – Les stupéfiants (tableau 2). Même remarque.
  – Les dangereux (tableau 3). Même remarque.
  – Les hormones de croissance, etc. Même remarque.
- Les produits alimentaires périssables. Cette famille a de fortes contraintes définies notamment dans l'arrêté de 3 avril 1996 du Ministère de l'Agriculture, de la Pêche et de l'Alimentation. Les exigences du flux tendu sont codifiées quant à

elles par « Les bonnes pratiques Logistiques » (ensemble de recommandations en forme de cahier des charges, élaborées par des industriels, des transporteurs et des distributeurs).

1.3 Les familles dépendant des agrès utilisés

Des modes de stockage spécifiques sont adaptés aux différents agrès utilisés. Parmi les plus courants, citons :

- Produits sur palettes normalisées de type Europe et les dérivés (box palettes, palettes avec rétention pour fûts, palettes plastiques, palettes métalliques, etc.). La qualité de la palettisation et des palettes sera à prendre en compte.
- Produits sur palettes perdues
- Produits standards en bacs, en cartons, etc.
- Palettes spéciales (pupitres pour croisées,...)
- Conteneurs
- Pendants. C'est ainsi que l'on nomme les cintres, les porte-manteaux adaptés à la manutention auxquels les vêtements sont suspendus.
- Roll
- Etc.

1.4 Les familles dépendant de données commerciales

Des catégories de produits peuvent être destinées en exclusivité à un seul client. Les accords commerciaux prévoient alors généralement que les livraisons ne se feront que par palettes complètes. Ces références n'auront nul besoin de se trouver dans les zones de préparation détail.

D'autres produits ont des ventes extrêmement saisonnières (maillots de bains, jouets de plage), il faudra donc prévoir de les déménager tous les six mois.

Certains parfumeurs gèrent deux gammes de produits, une gamme grand luxe et une gamme populaire. Pour éviter toute possibilité de confusion lors d'une préparation de commande et risquer ainsi de dégrader l'image de la grande marque, les deux familles commerciales deviendront deux familles logistiques bien distinctes et seront situées dans des zones dédiées.

1.5 Les familles dépendant du volume

Les volumes unitaires des articles ont une importance évidente pour la conception du magasin. Par exemple, un magasin de pièces détachées de voitures aura des zones affectées et des moyens adaptés aux différentes morphologies des pièces. Une zone permettra le stockage des petites pièces qui peuvent se ranger dans des bacs ou des tiroirs : petite boulonnerie, ampoules électriques, composants électroniques, etc. Une deuxième zone sera dévolue à tout ce qui peut être stocké sur palettes ou dans des conteneurs de volume équivalent. Une autre zone accueillera les pièces de formes très particulières : pare-brise, ailes de carrosserie, ensemble d'échappement, etc.

Les produits longs et les produits plats ont déjà été évoqués plus haut.

1.6 Les familles dépendant du poids

Comme les encombrements des articles influencent la définition du magasin, les poids ont leur importance. Par exemple, le stockage d'oreillers ou de jouets en peluche accepte des structures très légères en filets. Le stockage de pièces mécaniques lourdes exigera la mise en œuvre d'autres moyens.

1.7 Les incompatibilités

Dans la définition des familles logistiques, l'on tiendra compte de certaines incompatibilités de produits qui obligent à les stocker suffisamment loin des autres. On ne stocke pas les produits inflammables à côté des comburants.

1.8 Autres critères

Les critères de classement donnés ci-dessus sont suffisamment exhaustifs pour couvrir nombre d'entrepôts. Cette liste n'est cependant pas limitative.

La conception prendra en compte tous les critères susceptibles d'avoir une influence sur la définition du magasin. Les critères dynamiques, taux de rotation en particulier, seront examinés plus loin.

2. Les articles

Après avoir défini les familles logistiques, il convient de répartir maintenant toutes les références du catalogue entre ces différentes familles.

Dans de nombreux cas, le même article se présente sous divers conditionnements : collectifs, palettes, PCB, SPCB et UV au détail.

Il est très rare que les fichiers informatiques disponibles possèdent des clés de tri correspondant aux critères qui vont être énumérés ci-après. Généralement, les classements sont effectués à partir des familles commerciales. Il sera donc prudent de prévoir un temps suffisant pour le dépouillement des fichiers disponibles et pour créer de toutes pièces des fichiers exploitables par le logisticien.

3. Les conditionnements collectifs

3.1 Les palettes normalisées

Parmi tous les conditionnements collectifs, le plus universel est la palette, et plus particulièrement la palette européenne au format 800 X 1200 millimètres. Son succès vient de la pertinence du choix de ses dimensions. Sa longueur qui correspond à un peu moins de la moitié de la largeur maximale intérieure des camions, réglementée par le code de la route (2,5 mètres), ce qui rationalise les taux de remplissage des véhicules. Sa largeur correspond à un peu moins d'un tiers de la largeur du camion ce qui permet aussi un remplissage maximal et l'usage d'un transpalette à l'intérieur du véhicule.

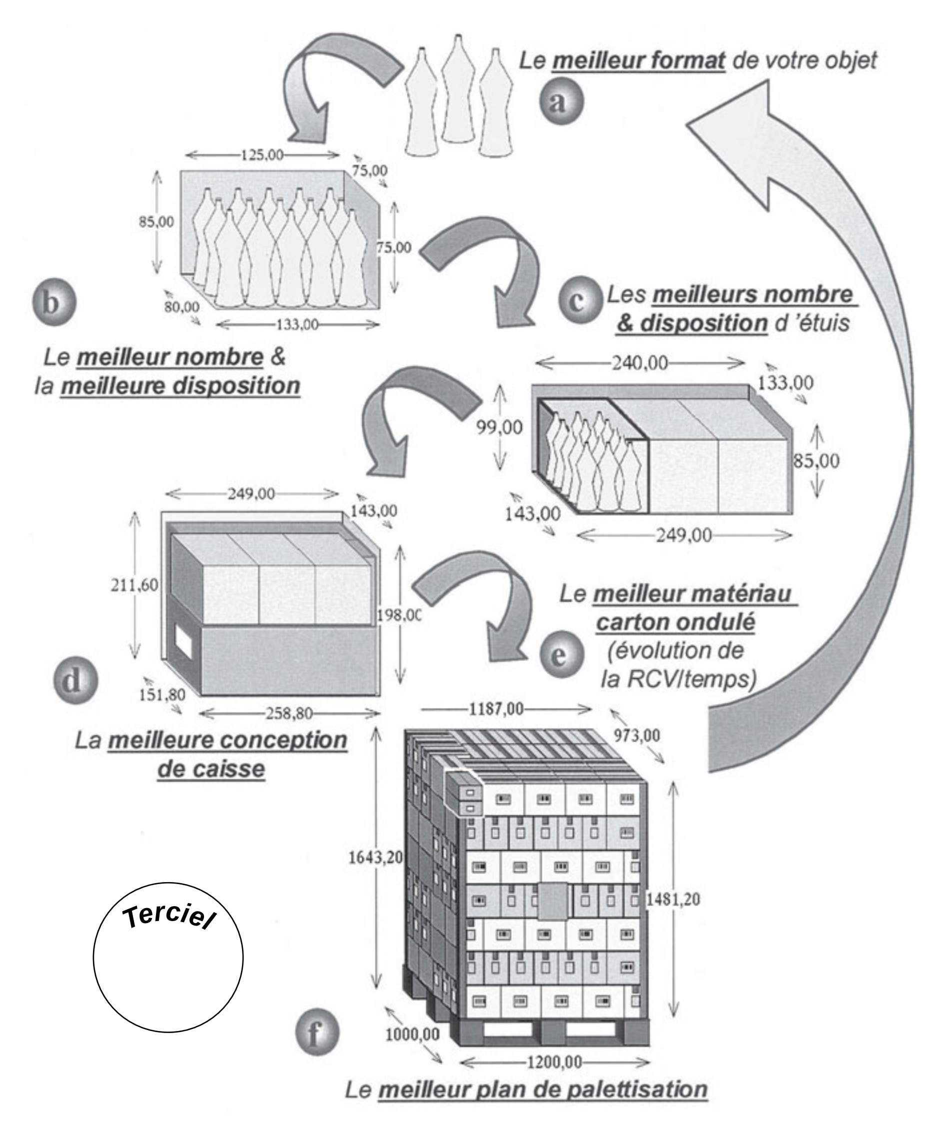


Figure 7.1

Si ce n'est déjà fait, les concepteurs du magasin devront définir ou faire définir les plans de palettisation pour chaque classe de dimensions d'articles. Il existe des logiciels qui proposent toutes les combinaisons possibles. Il suffit alors de choisir, parmi celles-ci, celle qui offre le taux de remplissage le plus élevé, celle qui présente le moindre débord et la meilleure stabilité des charges par l'alternance de couches différentes.

La figure 7.1 donne la démarche globale d'une optimisation de conditionnement à l'aide d'un outil informatique développé par la société Synhélios.

L'approvisionnement en palettes est souvent du ressort du magasin. Il est impératif de ne pas faire d'impasse sur la qualité de celles-ci. Cela est d'autant plus vrai que le magasin est à grande hauteur ou que l'on envisage l'utilisation de transtockeurs entièrement automatiques. Une des qualités des palettes à laquelle on ne pense pas toujours est la siccité de leur bois. On a vu un magasin rempli de palettes neuves dont le bois n'était pas suffisamment sec et dont la charge était d'environ une tonne. Les palettes ont séché sur les lisses en prenant une forme courbe. Il a ensuite fallu vider le magasin à la main car les fourches du transtockeur n'avaient plus le passage suffisant. Ces palettes avaient été choisies car leur prix était inférieur à celui des concurrents de quelques dizaines de centimes. Quelle belle économie !

Les palettes font l'objet de plusieurs normes :

- les nombreuses normes AFNOR, DIN et ISO (NF 50-000 Termes et définitions, 001 Caractéristiques dimensionnelles, 003 Méthodes d'essai mécaniques, 004 Programmes d'essai mécaniques, 009 Caractéristiques de fabrication)
- la spécification technique SNCF ST 132
- la fiche 435.2.0 de l'Union Internationale des Chemins de Fer.
- les normes NIMP15/ISPM15 qui sont des mesures internationales phytosanitaires adoptées en 2002 à Rome par 115 pays. Elles définissent les traitements à adopter pour éviter la dissémination d'organismes nuisibles (nématode, capricorne, …) par les emballages en bois. Deux modes de traitement sont acceptés : la fumigation au bromure de méthyle ou le chauffage en autoclave à 56 °C pendant 30 minutes. Certains pays sont plus exigeants que d'autres, comme l'Australie notamment. Des pays exigent un marquage des palettes, d'autres demandent un certificat de conformité.

Si les articles à palettiser sont particulièrement instables, il existe des rehausses que l'on peut poser sur les palettes (l'on parle alors de box-palettes ou palettes-box). Elles conjuguent les avantages des palettes et des conteneurs. Quand les rehausses ne sont pas utilisées, elles peuvent être repliées ce qui correspond à un gain de place mais à une dépense de main-d'œuvre. Dans les industries mécaniques, des modèles métalliques sont très utilisés.

La demi-palette, 600 X 800 millimètres, se rencontre souvent dans le monde de la distribution en grandes surfaces.

À ce stade du recueil de données, on notera également les besoins en houssage, filmage ou banderolage des charges palettisées si la stabilité observée semble insuffisante pour assurer une manutention sans risque.

3.2 Palettes prisonnières

On nomme ainsi des palettes qui appartiennent à l'entreprise et qui ne quittent pas ses locaux. Elles peuvent rester dans l'entrepôt seulement ou dans le circuit fermé incluant l'entrepôt et l'unité de fabrication.

Cette disposition permet d'investir dans des palettes d'excellente qualité en bois quelquefois mais le plus souvent en métal (acier ou aluminium) ou en plastique. Le plastique, s'il présente d'éminentes qualités d'usinabilité, de légèreté et de lavabilité,

n'est pas très apprécié des assureurs à cause de leur tenue au feu et des produits dégagés lors d'un d'incendie.

Dans le même esprit, ces palettes prisonnières peuvent être dotées de dispositifs d'identification automatique performants qu'il s'agisse de codes à barres sur des supports pérennes et d'excellente qualité ou d'étiquettes électroniques. Le rôle et l'intérêt de cette identification seront soulignés dans le chapitre traitant du flux d'information.

3.3 Les palettes « perdues »

Les palettes perdues ou à usage unique sont une plaie pour l'entrepôt. Par définition, elles sont d'une bien piètre qualité, souvent difficiles à manutentionner et toujours impossibles à stocker telles quelles en palettier.

Leur stockage en rack exige soit de disposer d'alvéoles pourvues de platelage (sorte de plancher à claire-voie), soit de placer lesdites palettes sur des palettes de qualité. Cette dernière solution entraîne une perte de place (15 cm en hauteur) et une perte de temps pour les deux opérations supplémentaires exigées : appairage et désappairage.

Il est à noter que les articles de conditionnement, notamment les cartons destinés à la préparation détail, sont souvent approvisionnés sur des palettes perdues d'un format exotique, dépendant de la taille des cartons déployés. Ceci complique encore les choses et conduit souvent à prévoir des palettiers dont les dimensions des alvéoles sont adaptées à ces formats.

3.4 Les palettes en pool

Plusieurs sociétés proposent de mettre à disposition de leurs clients des palettes, en bon état, et au format convenu, sur simple appel. Le client s'engage à indiquer au loueur le destinataire de ses palettes. Le loueur alors se charge de les récupérer au point d'arrivée. Pour qu'un tel service puisse être rendu, il faut que les flux soient d'une certaine importance et les envois ni trop disséminés ni trop atomisés. Cette prestation a un coût, bien sûr, mais elle garantit la qualité constante du parc de palettes.

3.5 Les bacs

Même si les palettes sont d'un usage universel, il existe beaucoup d'autres types de conditionnements collectifs. Ils sont trop divers pour qu'ils puissent être décrits dans ce cadre. Il peut s'agir de cartons, de bacs métalliques ou en matière plastique, de containers en bois, en métal plein ou grillagé, etc. Ces conditionnements peuvent répondre à plusieurs types de contraintes : celles de la vente, celles du transport ou seulement celles du stockage.

L'association GALIA (Groupement pour l'Amélioration des Liaisons dans l'Industrie Automobile), au sein de l'association européenne ODETTE a normalisé toute une gamme de conteneurs (plastique ou tôle) dont les dimensions sont des sous-

multiples des dimensions de la palette 1000 X 1200 mm. Il serait dommage de les ignorer.

Les six formats adoptés ont les caractéristiques suivantes :

Longueur mm	Largeur mm	Hauteur mm	Contenance L	Nb bacs / lit
300	200	114	5	20
400	300	114	10	10
400	300	214	20	10
600	400	214	40	5
600	400	314	60	5
1200	330	150	Produits longs	3

Par ailleurs tous les grands fournisseurs de bacs proposent des gammes adaptées au format de la palette Europe 800 X 1200 mm.

3.6 Les autres conditionnements

Une mention particulière sera tout de même accordée aux rolls et roll caddies ; d'un usage généralisé dans la distribution alimentaire, mais qui peuvent rendre bien des services dans d'autres activités. Leur principal inconvénient est qu'ils se prêtent mal à la manutention automatique ou par chariot sauf à utiliser un support intermédiaire de type palette.

4. Les conditionnements intermédiaires

Il existe, notamment dans la grande distribution, des conditionnements intermédiaires que les logisticiens appellent du nom barbare de PCB, abréviation de « par combien », ou pour le sous-multiple SPCB abréviation de « sous par combien ».

La même référence pourra donc se présenter, par exemple, en unité de vente, en SPCB de 10 UV, en PCB de 40 SPCB et en palette de 30 PCB.

Si cette référence est l'objet de préparation de commandes au détail, l'entrepôt devra être conçu de telle sorte qu'il puisse accueillir la référence dans trois, voire quatre, emplacements différents avec des modes de stockage adaptés différents.

5. Les données logistiques

Chaque type de conditionnement de chaque référence possède des caractéristiques logistiques propres :

- longueur
- largeur
- hauteur

- poids
- nombre d'UV par SPCB
- nombre de SPCB par PCB
- nombre de PCB par palette
- éventuellement d'autres indications (ne pas gerber, fragile, etc.)
- le repère de la fiche de sécurité si la référence le nécessite.

Ces données sont utilisées pour dimensionner le magasin dans un premier temps et pour l'exploitation ensuite, notamment lors du précolisage.

Si l'entreprise ne dispose pas encore d'un tel fichier, il est souhaitable qu'elle l'établisse le plus tôt possible, ce ne sera pas du temps perdu.

Si l'entreprise ne possède encore aucun fichier et que son catalogue est épais, elle peut établir sa base de données automatiquement. En effet, plusieurs constructeurs proposent un équipement comprenant un petit convoyeur, un dispositif de mesure tridimensionnel, des pesons, un clavier, un lecteur de code à barres et un coupleur permettant la liaison à un système informatique. Le produit dont on souhaite établir la fiche logistique est posé sur le convoyeur, il est identifié par son code et les trois dimensions ainsi que le poids sont communiqués instantanément au système informatique.

Un exemple de fiche logistique est donné ci-après figure 7.2.

En phase d'APS, par manque d'informations et de temps, l'on est souvent obligé de procéder à des approches macroscopiques, famille par famille.

6. La quarantaine

La quarantaine correspond toujours à son étymologie. Elle désignait l'obligation qu'avaient les bateaux venant de pays, douteux au plan sanitaire, de rester quarante jours dans la rade du port métropolitain d'arrivée. Ce délai permettait de s'assurer qu'aucune épidémie ne se déclarait dans l'équipage ou chez les voyageurs en présumant qu'aucune pathologie n'avait une période d'incubation supérieure à ce délai.

Aujourd'hui, la quarantaine correspond au temps nécessaire pour effectuer les contrôles qui permettront de décider si un produit est utilisable ou non. On rencontre fréquemment cette exigence dans les industries pharmaceutiques et agroalimentaires, et plus généralement dans les ateliers qui pratiquent un contrôle qualité sur les matières premières qui leur sont livrées de l'extérieur. La quarantaine s'applique également à des produits finis.

Un produit en quarantaine, même s'il est physiquement présent, est déclaré indisponible. Il est « gelé » jusqu'à sa libération si les résultats des contrôles sont positifs.

Le recueil des données statiques devra définir les produits concernés par la quarantaine (il s'agit d'une famille logistique comme vu plus haut), les procédures exigées et les temps nécessaires aux contrôles.

SOCIÉTÉ JÉCRIT

Fiche N° ....

FAMILLE COMMERCIALE : **CRAYONS**

1 DESCRIPTION :

PIÈCE : Crayon mine graphite

UV : Boîte de 50 crayons

VARIANTES : 3 Mine dure
Mine médium
Mine grasse

2 IDENTIFICATION GENCOD :

Désignation	UV (EAN 13)	PCB (ITF 14)
Mine dure	0 XXXXX YYYYYA Z	2 XXXXX YYYYYA Z
Mine médium	0 XXXXX YYYYYB Z	2 XXXXX YYYYYB Z
Mine grasse	0 XXXXX YYYYYC Z	2 XXXXX YYYYYC Z

3 CONDITIONNEMENTS :

	UV	PCB
50 Crayons	Boîte filmée de 50 crayons	Carton de 20 boîtes 1000 crayons

4 LOGISTIQUE :

	UV (SPCB)	PCB
Dimensions (cm)	7,35 x7,35 x 15,2	38 x 32 x 16
Volume (dm3)	0,82	19,5
Poids (kg)	0,300	6,670

5 PALETTISATION :

PALETTE	80 X 120
Nb cartons / couche	6
Nb couche / palette	7
Nb cartons / palette	42
Nb UV / palette	840
Hauteur (cm)	122
Charge nette (kg)	280,14

6 GERBABILITÉ :

2 niveaux

7 COMMENTAIRES :

Néant

Figure 7.2 – Exemple de fiche logistique

À l'époque où le traitement des informations était manuel ou à l'aide d'un système informatique balbutiant, il était impératif de stocker les articles en quarantaine dans une zone dédiée (on allait même quelquefois jusqu'à grillager cette zone) pour éviter tout risque de confusion entre les produits réputés bons et ceux qui sont en attente de décision.

Cette procédure est très lourde car elle nécessite une zone spéciale et un transfert supplémentaire.

Depuis la fin des années quatre-vingt, l'utilisation de systèmes informatiques et d'identification fiables a pratiquement fait disparaître cette procédure. Les produits en quarantaine sont ainsi stockés avec les autres dans les mêmes palettiers mais sont bloqués informatiquement. On parle alors de quarantaine informatique ou de quarantaine administrative.

Cette nouvelle façon de faire n'est pas encore adoptée par toutes les entreprises, il est donc important de savoir à quoi s'en tenir avant de procéder au dimensionnement.

8

Le dimensionnement statique des besoins

1. La volumétrie du stock

Toutes les données recueillies jusqu'ici sont surtout d'ordre qualitatif. Il convient maintenant d'estimer quantitativement la volumétrie du stock que l'entrepôt doit abriter. À l'intérieur de chaque famille logistique, pour chaque référence on doit calculer le volume de stockage nécessaire. À partir des données logistiques et du stock cible pour la référence, on en déduit le nombre de palettes et de bacs ou de cartons qu'il est nécessaire de stocker. Si le projet concerne un site déjà existant, il sera bon de comparer le volume observé du magasin actuel et le volume calculé en tenant compte des évolutions programmées. Ce sera un excellent contrôle de cohérence des données.

2. Les saisonnalités

Les stocks disponibles sont sujets à des phénomènes de saisonnalité en qualité, variation du catalogue, et en quantité ; le dimensionnement du magasin devra en tenir compte. Les variations le plus souvent remarquées ont plusieurs fréquences.

2.1 Les variations annuelles

Elles peuvent provenir de la fabrication qui est saisonnière par essence, comme celle du sucre, ou qui doit anticiper une fermeture pour congés. Ces variations sont parfois dues à la demande : vêtements d'hiver et vêtements d'été, jouets de plage, articles scolaires…

2.2 Les variations mensuelles

Les variations mensuelles sont souvent liées à des conditions commerciales qui font, que si le client est livré en fin de mois, il ne sera pas facturé à la fin du mois suivant mais un mois plus tard, autant de gagné pour la trésorerie ! Cette disposition entraîne des variations de flux très significatives.

2.3 Les variations hebdomadaires

Elles peuvent être dues aux programmes des tournées de livraison nationales. On les observe également lors des réapprovisionnements des grandes surfaces de distribution qui ont été dévalisées le vendredi soir et le samedi.

2.4 Les variations journalières

Ces variations ont des causes multiples. Elles peuvent être dues au décalage entre les horaires des ateliers de fabrication, qui peuvent travailler en deux ou trois postes, et les horaires du magasin, qui n'a généralement qu'une activité diurne. Ces variations peuvent être provoquées par les heures d'arrivée des commandes clients alors que l'on s'est engagé à livrer au jour J+1. Elles sont aussi sérieusement influencées par les horaires de départ des transporteurs air, rail ou route. Les variations journalières ne devraient pas avoir d'incidence réelle sur le dimensionnement du stock mais plutôt sur les surfaces annexes de rétention.

3. L'ÉVOLUTION DANS LES CINQ ANS À VENIR

Beaucoup de données peuvent changer au fil du temps. Lors de l'étude, le concepteur a le devoir d'anticiper les évolutions prévisibles pour que son projet « résiste » quelques années et définir les différents coefficients d'extrapolation.

3.1 Les changements de formats

La décision d'étudier un nouvel entrepôt est souvent l'occasion de remettre en cause un certain nombre de points qui étaient considérés comme acquis. L'un de ces points peut être le format des charges et notamment la hauteur de palettisation. Si c'est le cas, lors de l'exploitation des données logistiques ou lors de la comparaison du stock actuel avec le stock calculé, surtout ne pas oublier les coefficients correcteurs qui s'imposent.

3.2 L'évolution de l'activité

Il est légitime d'espérer que le magasin que l'on conçoit vivra plusieurs années, voire plusieurs décennies. Il est donc indispensable de prévoir les évolutions d'activité à venir. Il peut s'agir de variations du volume du stock, du nombre de références, des conditionnements, des caractéristiques des commandes, des taux de rotation, de la délocalisation d'une partie de la production ou de clients importants, etc. C'est toujours un exercice difficile que de déceler ces évolutions et de quantifier les coefficients d'extrapolation qui les accompagnent. Cette définition revient à la direction générale de l'entreprise et, idéalement, elle a dû être amorcée lors de l'établissement du plan directeur.

Le stock n'augmente pas proportionnellement à l'activité. Il est même fréquent de voir, dans des sociétés bien dirigées, à la suite d'une réflexion de type Supply chain, l'activité croître et le stock décroître simultanément par la tension des flux et/ou le « nettoyage » du catalogue.

Le chapitre suivant va s'intéresser à la façon dont les articles rentrent et sortent du stock.

9

LES DONNÉES DYNAMIQUES

Un magasin peut abriter un stock important mais immobile (cas des archives mortes, centres mobilisateurs de l'armée, caves de vins de garde), alors qu'un magasin de taille plus modeste peut être le lieu d'un trafic intense. C'est l'aspect trafic, l'aspect dynamique de l'activité qui va être examiné dans les paragraphes suivants.

1. LES DIFFÉRENTS FLUX

La phase précédente a permis de recenser l'ensemble des articles du magasin et de connaître leurs propriétés qualitatives, morphologiques, dimensionnelles, physico-chimiques ou statutaires, ainsi que la quantité à stocker pour chacun d'eux. Il s'agit maintenant de déterminer les transferts nécessaires et la façon dont ceux-ci doivent avoir lieu. Les flux principaux sont les suivants :

- flux d'entrée des articles depuis la production voisine et depuis l'extérieur
- expédition détail
- réapprovisionnement des zones de préparation détail
- expédition des palettes complètes
- retours et litiges
- remise en magasin des retours
- renvoi des litiges au contrôle
- réorganisation du magasin
- arrivée des articles de conditionnement.

La figure 9.1 schématise ces flux.

2. LES FLUX D'ARRIVÉE

Les flux entrants peuvent provenir de l'extérieur ou avoir pour origine une unité de production située sur le même site. Il est fréquent de rencontrer simultanément les deux. Cela peut être le cas d'un magasin d'usine qui doit abriter des composants et matières premières destinés à la fabrication, et les produits finis qui auront été fabriqués. À côté des produits finis élaborés sur place on peut trouver, dans un magasin,

des articles issus d'une autre unité de production ou des articles de pur négoce. La différence est d'importance car pour les flux internes à l'entreprise il est possible de maîtriser un certain nombre de paramètres, comme les horaires ou la qualité du conditionnement collectif ; alors que, dans l'autre cas, il faudra tenir compte des contraintes du fabricant tiers, du transport et des inévitables aléas associés.

Les arrivées qui viennent de l'extérieur seront recensées par moyen de transport : véhicules légers, camions ou semi-remorques, conteneurs maritimes et wagons si l'entrepôt dispose ou disposera d'un embranchement SNCF particulier. Pour chacun de ces moyens, les lois statistiques d'arrivée seront définies : horaires de livraison, nombre de références livrées simultanément, nombre d'articles, temps de stationnement admissible, possibilité de laisser les remorques ou les conteneurs à quai pour une durée plus longue, conditionnements collectifs, etc.

Les possibilités de négociation avec les fournisseurs et les transporteurs seront notées pour y avoir recours ultérieurement, si cela apparaît utile lors de la conception de l'organisation. Il pourra s'agir de faire varier la fréquence des livraisons, les horaires d'arrivée pour lisser la charge, d'obtenir des livraisons à date fixe, etc.

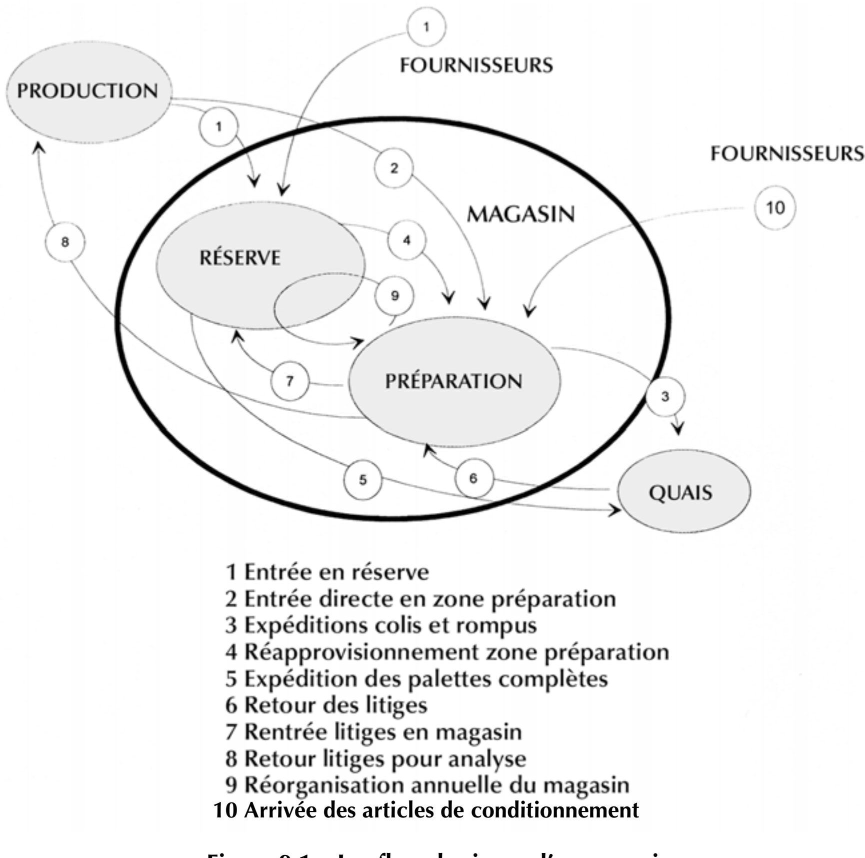


Figure 9.1 – Les flux physiques d'un magasin

3. La préparation de commandes

3.1 Les valeurs dimensionnantes

Les flux correspondant à la préparation des commandes sont fonction des paramètres suivants :

- le nombre de commandes à préparer pendant l'unité de temps
- le nombre de lignes par commande
- le nombre de conditionnements, stockés dans des zones différentes, par ligne
- le nombre d'articles ou de conditionnements collectifs par zone et par ligne.

(Une ligne correspond à un certain nombre d'articles d'une même référence quel qu'en soit le type de conditionnement).

3.2 La consolidation

Chaque commande pourra, éventuellement, nécessiter une consolidation, c'est-à-dire le regroupement de tous les articles d'une même commande.

Cette consolidation peut être administrativement obligatoire pour des commandes à l'export notamment ou exigée par tel ou tel client particulier. Elle peut aussi être souhaitée par le logisticien lui-même.

De plus en plus souvent, cette opération est laissée aux soins des transporteurs. En effet, la plupart des grandes entreprises de transport sont équipées de chaînes de tri qui font ce travail à la perfection. On a même vu, sur certaines plates-formes de transporteurs, des commandes consolidées être dispersées pour être retriées et reconsolidées ensuite.

Faite en interne, la consolidation peut s'avérer contraignante si les différentes références et les différents conditionnements, qui composent la commande, sont stockés dans des lieux éloignés les uns des autres et ne peuvent donc pas être prélevés par un seul opérateur et/ou par un seul moyen de manutention. Le synchronisme des opérations pose également problème.

3.3 Les accès

Chaque ligne nécessitera, au moins, un déplacement du préparateur vers l'article ou de l'article vers le préparateur. Ce déplacement correspond à un accès.

Chaque type de conditionnement commandé d'un même article nécessitera une opération de prélèvement et donc un accès.

Chaque palette commandée correspondra à un accès.

L'on comprend l'importance des conditionnements collectifs, notamment PCB et SPCB. Se déplacer et se saisir d'un paquet de dix articles, s'ils ne sont ni trop lourds ni trop volumineux, ne prend guère plus de temps que de prélever une UV isolément. L'étude fera bien la différence entre le déplacement à une adresse, l'accès et le prélèvement lui-même.

Favoriser commercialement les commandes comportant des nombres entiers de conditionnements collectifs est une bonne voie de réflexion pour réduire le nombre d'accès et donc les temps de préparation.

Certaines sociétés accordent une ristourne à leurs clients grossistes qui acceptent une politique « d'arrondi » au nombre entier supérieur de conditionnements collectifs. Tout le monde est gagnant. Les algorithmes d'arrondi sont parfois assez sophistiqués et peuvent tenir compte, le cas échéant, de l'historique des commandes passées durant les derniers mois par le client concerné.

3.4 Le délai de préparation

Un facteur important du dimensionnement des flux est le délai imposé entre la réception d'un ordre et son expédition. La figure 9.2 illustre la loi statistique d'arrivée des commandes dans un magasin d'articles de décoration. Ce type d'analyse est à effectuer pour chaque projet.

Un délai court est pénalisant de deux façons. D'abord, cela peut imposer des sureffectifs pour la seule période de pointe et les surinvestissements correspondants en matériel. Ensuite le nombre de commandes, sur lesquelles une optimisation des déplacements pourra s'appliquer, se réduisant, ladite optimisation sera d'autant moins efficace.

Ce délai est souvent de plus en plus court, « zéro délai » oblige ! Ce raccourcissement n'a généralement pas d'autres motivations que commerciales. Il reviendra donc au concepteur du magasin de mettre en évidence les surcoûts occasionnés dans la préparation de commandes par des délais impartis très courts. Il appartiendra, ensuite, au service marketing de décider si un tel surcoût est commercialement justifié. L'arbitrage de la direction générale de l'entreprise est quelquefois nécessaire pour rester les pieds sur terre.

4. Les retours et les litiges

Même si ce flux est généralement faible, il est indispensable de le prévoir dès à présent ; car il se produira à contre-courant et il demandera des procédures spéciales et, sans doute, des lieux et / ou des meubles de stockage. Par exemple, les BPD de la pharmacie imposent un quai d'arrivée dédié aux retours de même qu'un lieu de stockage provisoire spécifique.

Les erreurs de préparation ne sont pas les seules génératrices de retours ; le client a pu aussi se tromper en rédigeant sa commande ou changer d'avis. Le transporteur aura pu aussi dégrader la marchandise. Lors de la conception des tableaux de bord la distinction devra être faite entre les différents motifs de retour et donc les différents responsables.

Suivant la qualité du travail effectué, les volumes observés de retours varient généralement de 2 à 5 % des flux sortants, ce qui logistiquement parlant n'est pas négligeable. Les retours observés chez les vépécistes de l'habillement ou de la chaussure

peuvent atteindre 25 %. Quand des taux pareils sont atteints, l'on parle quelquefois de « reverse logistic ».

En plus des tâches de réception et de remise en magasin, les retours nécessitent souvent des opérations de contrôle et de reconditionnement qui pénalisent d'autant ce flux.

5. Les flux sortants

Comme pour les flux entrants, la phase de recueil des besoins et des contraintes s'appliquera à définir les horaires impératifs de départ dus aux horaires des transports aériens, rail et poste ainsi que des tournées routières de messagerie. Tous ces éléments définissent ce que l'on appelle le « plan transport ». Ces différentes contraintes s'ajouteront aux contraintes précédentes de la préparation de commandes. L'analyse se fera mode de transport par mode de transport, puis grandes destinations par grandes destinations.

6. Les flux internes annexes

6.1 Les réapprovisionnements et réagencements

Le dimensionnement des flux internes de rangement en stock, de réapprovisionnement des zones de prélèvement éventuelles à partir du stock de masse ne font pas partie, à proprement parler, du recueil des besoins. C'est le concepteur du magasin qui les évaluera au fur et à mesure de l'avancement de l'étude. En effet, ils dépendent directement de l'organisation qui sera choisie à l'intérieur du magasin. Par contre, les besoins en réagencement induits par des changements saisonniers, catalogues été-hiver par exemple, sont à recueillir maintenant.

6.2 Les inventaires

Parmi ces flux annexes, se trouvent les flux correspondant aux opérations d'inventaire. Ce flux particulier sera fortement réduit et lissé si la procédure de l'inventaire tournant est adoptée. Dans le cas contraire, il pourra durer une semaine ou plus si l'ensemble des adresses physiques doit être visité à la même période. Ce point sera détaillé plus loin, au chapitre traitant du flux d'information.

6.3 Les « sorties du chef »

Les mouvements spéciaux sont aussi à prendre en compte même s'ils sont généralement très peu nombreux. Ces mouvements atypiques et non ordonnancés, que l'on appelle aussi quelquefois « sorties du chef », se font à l'occasion d'un contrôle inopiné ou d'une commande à servir d'extrême urgence, ou pour toute autre raison imprévisible. En tenir compte, ainsi que des procédures correspondantes, permettra d'éviter la désorganisation de l'activité normale.

EXEMPLE DE LOI D'ARRIVÉE DE COMMANDES CLIENTS

0 à 8H	8 à 9H	9 à 10H	10 à 11H	11 à 12H	12 à 14H	14 à 15H	15 à 16 H	16 à 17H	17 à 24H
3%	9%	21%	23%	15%	4%	6%	6%	7%	6%

Figure 9.2

7. Les opérations à valeur ajoutée

De plus en plus fréquemment, il est demandé à l'entrepôt d'effectuer des tâches annexes. Ce peut être une occasion rêvée d'augmenter simultanément le chiffre d'affaires et la marge de ce centre de profit. Parmi les opérations rencontrées le plus souvent, on peut citer celles ci-après.

Ces opérations ne sont pas à négliger lors de la conception du magasin car elles requièrent des surfaces particulières, voire des locaux, des machines, du personnel et des moyens de planification.

Il est à noter aussi que le délai nécessaire à leur exécution diminue souvent d'autant le temps accordé à la préparation de commandes.

7.1 Les conditionnements et reconditionnements

Ils peuvent être demandés par le client final. Ce besoin se retrouve notamment dans les magasins de pièces détachées. Ces dernières sont livrées en vrac et le magasin est chargé d'effectuer des conditionnements unitaires, emboîtage ou blistérisation.

Les reconditionnements peuvent aussi concerner les retours dont les emballages initiaux ont été plus ou moins endommagés avant le renvoi et les vépécistes seront une nouvelle fois cités.

Les conditionnements peuvent encore être réalisés à la propre initiative de l'entrepôt qui pourra créer des SPCB, cartouches ou fardeaux, afin de rationaliser sa préparation détail.

7.2 L'étiquetage

Les demandes d'étiquetage se rencontrent quelquefois. Elles peuvent être sollicitées par les grands distributeurs qui souhaitent voir les articles livrés dans les surfaces de vente avec l'indication de leur marque et du prix qu'ils auront fixé très peu de temps auparavant.

Certains étiquetages deviennent obligatoires pour des raisons de traçabilité. Cette opération accompagne souvent d'autres opérations comme la spécialisation retardée ou le co-packing.

7.3 La spécialisation retardée

Appelée encore différenciation retardée, cette opération s'effectue à la demande du gestionnaire de stock. La démarche consiste à stocker des produits « blancs » destinés à plusieurs clients et à les personnaliser au dernier moment, à la réception de la commande. Cette mutualisation permet de diminuer très sensiblement le niveau global du stock en lissant les prévisions de vente de chaque client en jouant sur la loi des grands nombres.

On trouve des exemples de cette organisation notamment dans les produits alimentaires de grande consommation. La même boîte de conserve est vendue par plusieurs enseignes. Le stock unique ne concerne que des boîtes non étiquetées.

Les étiquettes de la marque ne sont posées qu'à l'arrivée de la commande sur le nombre exact de boîtes commandées.

7.4 Le co-packing

Ce travail consiste à réunir plusieurs articles dans un même suremballage. Il est utilisé pour des actions promotionnelles du marketing. Par exemple, les jouets de plage sont quasiment toujours vendus en lot, dans un joli filet de couleur vive. Certaines chaînes de magasins souhaitent que le filet contiennent trois articles, d'autres préfèrent en avoir quatre ou plus, mais les articles de base sont les mêmes. Cette demande est proche de la spécialisation retardée et du conditionnement.

7.5 La préparation des PLV

Les PLV (Publicité sur le Lieu de Vente) se rapproche du co-packing mais à grande échelle. Il s'agit fréquemment de préparer des présentoirs souvent très volumineux et de les garnir. Ceci implique que cette opération peut rarement être mécanisée et qu'elle va mobiliser à la fois un personnel nombreux et des surfaces importantes.

Un point positif cependant : ces opérations sont souvent prévues de longue date, présentoirs de parfumerie pour les fêtes des mères, d'articles de bricolage pour la fête des pères, d'articles d'écriture à la veille de la rentrée scolaire, etc. Il devient donc possible de planifier.

7.6 Les échantillons

Dans les magasins de produits finis, l'envoi d'échantillons à la clientèle est toujours un problème particulier. Ces commandes, préparations et expéditions, présentent les caractéristiques suivantes :

- elles ne font généralement pas l'objet de facturation au destinataire
- elles comportent un grand nombre de lignes
- chaque ligne n'a que très peu d'articles, souvent un seul
- les articles peuvent demander un marquage spécial comme « Cet échantillon ne peut pas être vendu ».

Dans les industries qui ont des collections (habillement, papier peint, jouets, etc.) cette activité intense ne s'exerce que sur une courte période. Elle peut, cas du papier peint, s'accompagner de la constitution d'albums d'échantillons.

La conception prendra en compte cette fonction particulière pour qu'elle ne désorganise pas l'activité normale.

8. Le classement ABC

8.1 Le principe

La quantification des flux d'entrée et de sortie doit s'appliquer à toutes les familles d'articles qui auront été recensées lors du dimensionnement statique. Chacune de ces classes devra faire l'objet d'un classement ABC, type de conditionnement par type de conditionnement (voir figure 9.3).

Le classement ABC est certainement la piste à privilégier en priorité dans la recherche de productivité, dans un magasin. Peut-être est-il utile de rappeler ce qu'est ce traitement de données. Il est à noter que l'on parle également de « loi des quatre-vingts/vingt » ou de « classement de Pareto ». Les trois termes s'utilisent indifféremment pour définir le même concept.

Dans pratiquement tous les magasins, 80 % de l'activité ne concernent que 20 % des références. Les 15 % suivants de l'activité concernent 30 % des références et enfin les 5 derniers pourcent sont réalisés par la seconde moitié des articles. Cette loi quasi universelle, à quelques pour cent près, permet une très appréciable optimisation.

En effet, les articles de la classe A seront rangés de telle façon que les trajets pour les atteindre soient minimaux. À l'inverse, les références qui tournent très peu seront reléguées aux adresses de stockage à l'accessibilité la moins bonne.

8.2 La clé de tri

Attention ! Les classements ABC disponibles habituellement auprès du service informatique sont réalisés sur la base du chiffre d'affaires généré ou sur la marge dégagée article par article. Ces critères de sélection, s'ils sont passionnants pour une direction commerciale, ne présentent pratiquement aucun intérêt pour le logisticien.

Le classement ABC qui intéresse le concepteur de l'entrepôt doit avoir le nombre d'accès comme clé de tri. Cela revient à dire que pour une même référence, il peut y avoir un classement ABC pour la famille logistique palettes complètes, un deuxième pour les cartons complets et un troisième pour le détail.

Les données correspondantes ne sont pas toujours faciles à obtenir : en tenir compte dans le calcul des temps d'étude. Par ailleurs, le nombre de manipulations sur ces données étant respectable, il est conseillé de travailler plutôt sur un logiciel de base de données que sur un simple tableur.

8.3 Les conclusions à tirer

Le concept est simple et les avantages sont évidents ; mais il y a, bien sûr, une contrepartie. La gestion informatique du magasin devient impérative pour au moins deux raisons. D'abord, le classement ABC doit être établi au moyen d'un traitement statistique des commandes portant sur une période significative. Le choix de cette période doit être judicieux, ni trop long pour tenir compte des variations du

marché, ni trop court pour rester significatif. Une correction sera éventuellement apportée pour tenir compte des mouvements atypiques : commande exceptionnelle à l'export, opération promotionnelle inhabituelle, etc. Un bon logiciel de gestion de magasin, WMS, comporte d'origine cette fonction de tri.

La deuxième raison est que le rangement, dans le magasin, des références par ordre alphabétique, numérique, alphanumérique ou tout autre procédé mnémotechnique disparaît au profit du nouveau classement ; les préparateurs ne sauront plus, de tête, où se trouve l'article qu'ils doivent prélever. La gestion informatique du magasin devra donc, dans l'établissement de la fiche de tournée, indiquer clairement l'adresse physique de rangement de l'article.

Les bibliothèques ont beaucoup de points communs avec les magasins. Cependant la plus grande prudence est recommandée au concepteur d'une nouvelle bibliothèque quand il sera amené à vanter au bibliothécaire les avantages du classement ABC. Lorsqu'il s'agit d'un fonds légué, il serait sacrilège, l'auteur l'apprit à ses dépens, que les ouvrages ne restent pas classés dans l'ordre où le collectionneur donateur les avait placés de son vivant, il y a quelques siècles. À bon entendeur, salut !

CLASSEMENT A B C

Articles	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Accès	60	20	9	4	2	1	1	1	1	1
Cumul	60	80	89	93	95	96	97	98	99	100

Figure 9.3

10

LE DIMENSIONNEMENT DYNAMIQUE

1. LE CALCUL DES FLUX

À partir des données recueillies, il convient maintenant de traduire les valeurs que l'on pourrait qualifier de « commerciales » (nombre de commandes, de lignes, etc.) en valeurs logistiques (nombre de casages, nombres de missions de réapprovisionnement, etc.).

Ce calcul implique d'avoir déjà une petite idée de l'organisation finale du magasin. Sans doute, si cette organisation se modifie au cours de l'étude, les valeurs calculées seront à reprendre. Cela implique aussi, qu'en phase d'APS, puisque plusieurs scénarios sont étudiés, il sera nécessaire vraisemblablement de calculer plusieurs jeux de valeurs.

Sera également noté ou calculé le nombre de camions de livraison et d'expédition avec une idée des horaires correspondants. Ces informations serviront à dimensionner les quais et cela permettra de mieux approcher le futur ordonnancement.

2. LES VARIATIONS DE FLUX

Tout comme le volume statique d'un stock, les mouvements d'entrée et de sortie peuvent être sujets à variations sans qu'il y ait systématiquement une relation de cause à effet. Car, si les flux d'entrée et les flux de sortie s'équilibrent et varient avec une simultanéité rigoureuse, le stock restera constant alors que l'activité pourra évoluer de façon considérable en plus ou en moins.

2.1 Les variations saisonnières

Les variations de flux peuvent être de nature différente, en volume ou en typologie. Les variations en volume vont avoir une influence directe sur l'activité quai. Elles peuvent avoir une influence contradictoire sur l'activité préparation suivant les changements de caractéristiques des commandes. La préparation pourra se réduire alors que les flux croissent si la taille des commandes croît et que leur nombre décroît. Les deux variations sont donc à étudier simultanément. La fonction échantillonnage, mentionnée plus haut, fait généralement partie des activités hautement saisonnières.

Dans certains métiers, comme la distribution d'articles d'écriture, les courbes d'activité exprimées en pourcentage se superposent très exactement année après année. Il serait dommage de ne pas exploiter cette particularité lors de la conception.

2.2 Les variations difficilement prévisibles

Certaines professions doivent faire face à des pics importants d'activité difficilement prévisibles. Citons à titre d'exemple, les pharmaciens dont le catalogue contient des médicaments anti-grippe. Y aura-t-il une épidémie cette année ? De quelle importance ? À quelle date ? Autant de questions qui ne trouvent pratiquement de réponses à moyen terme que dans la boule de cristal.

2.3 L'évolution à cinq ans

Comme pour les variations saisonnières, un coefficient d'évolution sera choisi pour les volumes et un autre pour la typologie des flux. La tendance actuelle est à la diminution des stocks tout au long de la chaîne, allant de la fabrication jusqu'à la consommation. Cela conduit à la multiplication des petites commandes à délai court et à la diminution du nombre de lignes et du nombre d'articles de celles-ci. Un magasin conçu sans en tenir compte risque de devenir complètement inadapté à très court terme.

3. Les périodes dimensionnantes

Sauf de rares exceptions, la quantification du stock et des flux fera apparaître des périodes de pointe et des périodes creuses. Avant de commencer à esquisser des solutions techniques, il va falloir décider quelles valeurs doivent être retenues pour ne pas arriver à des surinvestissements inacceptables en bâtiments, en équipements et en hommes ; tout en sachant faire face aux périodes de plus fort stock et de plus forte activité.

3.1 L'écrêtement des pointes

Une première réflexion s'attachera à explorer les moyens d'écrêter les pointes. Cela peut être : une diminution des lots de fabrication ou une motivation des clients à passer des commandes de principe plus tôt, ce qui permettra d'effectuer des préparations anticipées ou d'accepter de livrer certaines commandes de grossistes avec un ou deux jours de retard.

3.2 Le traitement des pointes

La seconde réflexion portera sur les solutions à mettre en œuvre pour traiter les pointes résiduelles. Cela pourra être, pour le stock, des zones de stockage provisoire à l'extérieur du magasin, une location chez un transporteur habituel, une rétention provisoire dans les ateliers de production, etc. Pour les flux, les solutions pourront passer par des appels à du personnel intérimaire ou le maintien de l'ouverture du magasin quelques heures de plus.

3.3 Les extensions

Les variations dues à la progression de l'activité prévue pour les années à venir sont à traiter différemment. Deux voies sont possibles : soit l'on investit immédiatement en surfaces et en équipements, soit l'on prévoit un phasage de la construction. Cette seconde approche paraît plus prudente au plan financier surtout si la progression envisagée est d'importance. Par contre, elle va obliger le concepteur à certaines acrobaties. S'il est relativement facile d'imaginer une extension des bâtiments en périphérie (la réalisation ultérieure sera sans doute moins aisée !), il est beaucoup plus difficile de concevoir une extension des zones que l'on aimerait bien implanter au centre du bâtiment sans un profond remaniement de toutes les implantations.

4. Le schéma des flux

L'établissement d'un schéma des flux facilitera grandement les échanges entre les différents participants au projet : décideurs, chargés d'étude, futurs exploitants, etc.

Bien sûr, il y aura autant de schémas que de scénarios étudiés et autant de reprises que de modifications de l'organisation en cours d'étude.

La figure 10.1 donne un exemple de schéma de flux.

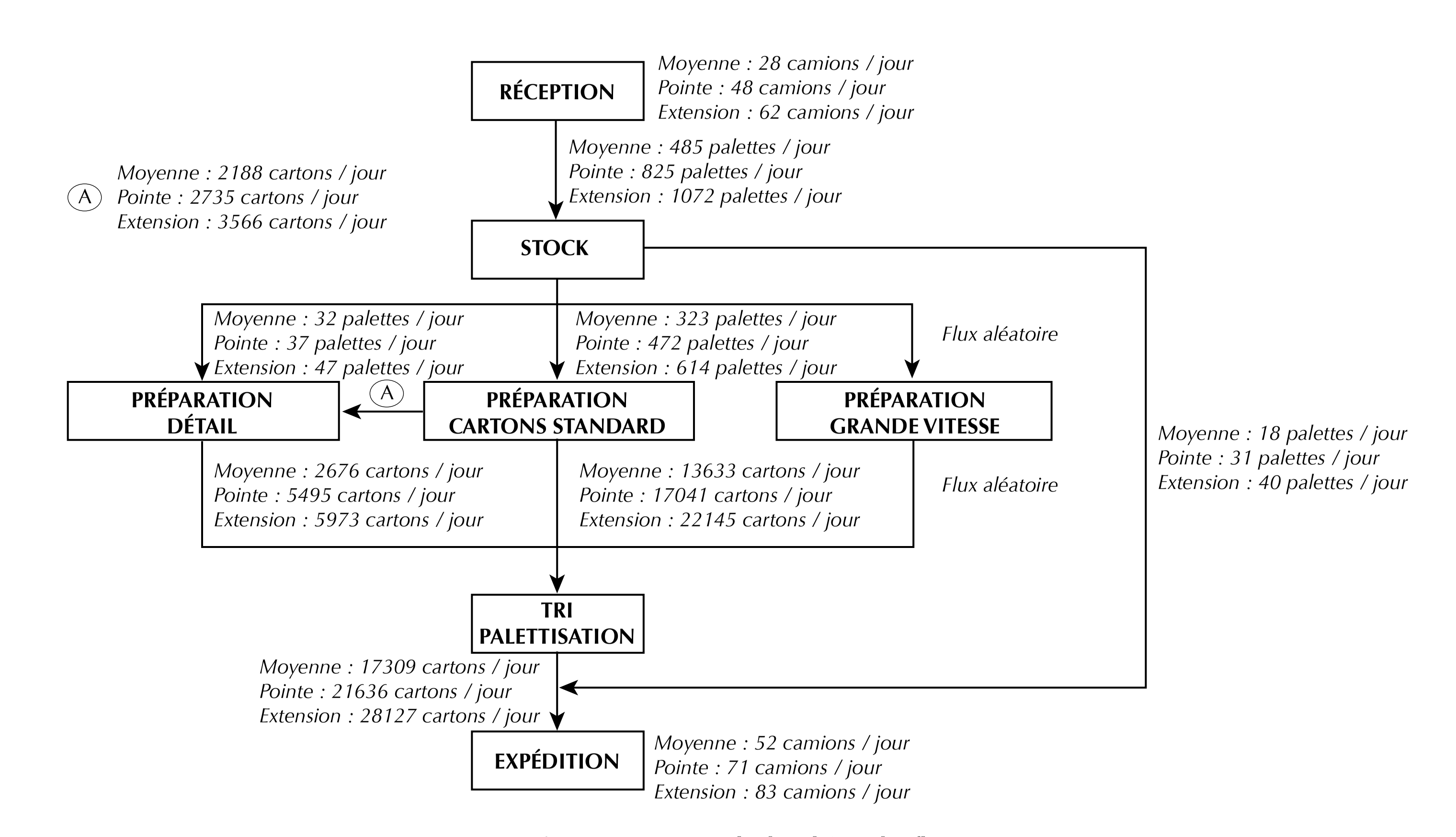


Figure 10.1 – Exemple de schéma des flux

Partie 3

Concevoir les différentes zones fonctionnelles de l’entrepôt

11

LA CONCEPTION DE L'AMONT ET DU STOCKAGE

Une fois que les différents besoins fonctionnels auront été déterminés et que tous les flux auront été quantifiés, le travail de conception va commencer. En particulier, une organisation générale va être définie (pertinence de zones de préparation, choix des modes de stockage et de préparation, utilité d'un système informatique avancé, etc.). Ensuite, une surface sera calculée pour chacune des fonctions à remplir en tenant compte des équipements que l'on envisage d'utiliser. Cela permettra de dessiner les implantations générales.

1. LA ZONE DE RÉTENTION ENTRE PRODUCTION ET MAGASIN

Si l'entrepôt à concevoir est destiné à abriter des articles fabriqués sur le même site, il y a lieu de réfléchir à la désynchronisation des arrivées et des mises en magasin. Les palettes ou conteneurs qui sont livrés ne seront pas stockés immédiatement ; il faut donc les garder momentanément dans une zone d'attente ou de rétention.

Le volume de ce stock tampon peut devenir encore plus important lorsque la production a lieu pendant des plages horaires différentes ou plus étendues. C'est le cas, notamment, d'une production en deux ou trois postes, alors que l'exploitation du magasin ne se justifie que pendant huit heures. Plus difficile est le cas où la production travaille sept jours sur sept alors que la logistique bénéficie de ses week-ends.

Cette accumulation temporaire peut être due à d'autres raisons que les décalages d'activité. Il peut s'agir, par exemple, du temps nécessaire à effectuer certains contrôles qui, s'ils étaient négatifs, interdiraient l'entrée en magasin des produits incriminés. Des procédés particuliers, qui demandent des temps de maturation, peuvent également exiger des zones d'attente de ce type, que les surfaces de production ne seront peut-être pas aptes à accueillir.

La détermination du volume de ce stock permettra de définir les surfaces à réserver. Pour des palettes au sol, en première approximation, on retient généralement une surface égale à une fois et demie ou deux fois la surface nette des

palettes proprement dites. Ce coefficient permet de prendre en compte les espaces nécessaires aux accès des engins de manutention.

L'importance de ce stock et les caractéristiques des charges peuvent inciter à des solutions comme :

- le gerbage de palettes si celles-ci le permettent
- la mise en place de palettiers ou rayonnages appropriés dédiés à la fonction
- l'installation de convoyeurs à accumulation.

2. Les quais d'arrivée

La définition des surfaces à réserver aux quais routiers concerne l'intérieur et l'extérieur du bâtiment.

2.1 La cour d'arrivée et les accès

La partie extérieure comporte les voies d'accès, arrivée et départ, les zones de manœuvre et les zones de mise à quai proprement dites. L'importance de ces surfaces conditionne souvent l'implantation générale du bâtiment dans la parcelle de terrain, compte tenu de la position des voies publiques d'accès et de circulation.

La conception des quais d'arrivée devra intégrer, dès le début de l'étude, le trafic des expéditions ; car beaucoup d'infrastructures et d'équipements seront communs. De plus les deux activités ne devront pas se gêner mutuellement.

Les valeurs suivantes sont généralement retenues :

- largeur d'une voie de circulation autorisant le croisement des véhicules : 6 à 7 mètres
- rayon d'une courbe de circulation : 22 mètres à l'axe
- espace libre devant le quai pour les manœuvres : 30 à 35 mètres.

Rappelons la longueur d'un camion et de sa remorque 18,50 mètres et la longueur d'un tracteur et de sa semi-remorque 16,50 mètres.

Il est, par ailleurs, judicieux de prévoir une zone de parking, même si le nombre de quais a été correctement calculé, il arrivera bien un jour où des semi-remorques devront attendre la libération d'un quai. Ceci est d'autant plus indispensable que le trafic prévu est important.

2.2 Les quais routiers

La disposition des quais la plus classique et la plus économique est celle où les camions accostent perpendiculairement au quai. Dans le cas des terrains trop exigus, la disposition en épi peut permettre de gagner quelques mètres.

Il est souhaitable que la disposition des quais soit telle qu'elle permette un accostage et un départ vers la gauche (pour les pays où le volant est à gauche !). Cela facilitera la manœuvre des chauffeurs.

Si plusieurs camions ou remorques doivent pouvoir être à quai simultanément, l'entre axe minimal à respecter pour deux positions consécutives est de l'ordre de 3,50 mètres, quelques décimètres supplémentaires seront les bienvenus. L'entre axe conseillé par l'INRS est de 4,50 mètres. Cela permettra des manœuvres plus faciles et plus rapides, et cela évitera quelques risques d'accrochage. Il sera judicieux de prévoir des dispositifs centreurs (dits quelquefois « chasse-roues ») si l'entre axe des quais est réduit.

Pour des raisons impératives de productivité, le quai doit se trouver à la même hauteur que le plancher des camions et des remorques, c'est-à-dire approximativement à 1,20 mètre (entre 1,10 et 1,30) au-dessus du sol. Ainsi les chargements et déchargements rapides par transpalettes ou chariots sont possibles avec des gains en temps de 10 à 25 %.

Pour cela, deux solutions sont possibles : soit les quais sont rehaussés par rapport au niveau du sol ; soit la zone de mise à quai des véhicules est surbaissée par creusement d'une fosse.

Cette dernière solution augmente d'autant la zone libre nécessaire devant les quais et ne facilite pas les manœuvres. En effet, la pente de la rampe ne doit pas excéder 3 % pour autoriser les manœuvres et éviter les dommages pour la cargaison. La zone de stationnement doit être horizontale ou avoir une pente très faible (≤ 1 %) pour permettre la circulation des engins. Par contre, ce décaissement peut être utilisé comme bassin de confinement des eaux d'extinction d'incendie pour autant que la qualité du sol et le génie civil assurent l'étanchéité indispensable. Voir la figure 11.1.

2.3 L'équipement des quais routiers

Les quais seront équipés de rampes de chargement ajustables qui permettront de parfaire la mise à niveau du quai et des véhicules, et d'autoriser le passage des chariots ou transpalettes. Il est impératif que ces rampes mobiles n'aient pas à prendre une inclinaison supérieure à 4 ou 5 %. Ces rampes de mises à niveau peuvent être manuelles avec équilibrage par contrepoids ou électriques ou mieux encore à commande hydraulique. La conception des quais doit tenir compte de l'accostage éventuel de camions disposant d'un hayon élévateur (dégagement sous la rampe).

Chaque position réservée à un camion sera équipée d'une fermeture individuelle escamotable, du genre portes sectionnelles (dites aussi quelquefois sectionales). Les dimensions de ces portes varient de 3 à 3,50 mètres en largeur et autant en hauteur.

Il est conseillé de prévoir, également, des dispositifs qui permettent de réaliser une certaine étanchéité entre le camion et le bâtiment. Plusieurs technologies sont proposées, les plus efficaces sont celles qui sont réalisées à l'aide de boudins gonflables. Ces dispositifs d'étanchéité sont impératifs lorsque l'entrepôt est sous température dirigée, notamment dans le cas de stockage de produits alimentaires au froid positif ou, à plus forte raison, négatif.

Figure 11.1 – Organisation de la cour

Si la cour n'est pas bétonnée, il est nécessaire de prévoir une aire de béquillage qui évitera le poinçonnement du sol par les chandelles des semi-remorques laissées à quai sans leur tracteur.

Un auvent et des protections contre les vents dominants compléteront utilement un quai bien étudié. Le mieux serait, bien sûr, que les quais soient situés sur la façade opposée aux vents dominants, mais cela n'est pas toujours possible. Il est à noter que les assureurs n'apprécient pas beaucoup les auvents qu'ils demandent de protéger par sprinklers.

Il est apparu, très récemment, un nouveau concept d'équipement de quai. Il s'agit d'une sorte de « kit », livré par le constructeur, comprenant à la fois la porte et le dispositif de mise à niveau. Cet ensemble se place à l'extérieur du bâtiment. Les exploitants sont encore partagés sur la question mais cette solution présente un certain nombre d'avantages indéniables :

- gain de place dans le bâtiment
- structure béton beaucoup plus simple
- fiscalité avantageuse.

Le dimensionnement de la cour devra tenir compte de cette avancée.

2.4 Le nombre de quais

Le nombre de quais se calcule à partir du nombre de véhicules attendus dans la journée. Un ratio de un quai pour six véhicules / jour est classique. Cette valeur est à préciser en fonction des données propres au projet : productivité des caristes, planification rigoureuse des arrivées, etc.

2.5 Les quais rail

Les quais destinés à recevoir des wagons SNCF laissent moins de place à l'imagination du concepteur. Le quai sera bien sûr parallèle à la voie ferrée, protégé par un auvent et à hauteur de plate-forme, c'est-à-dire à 1,15 mètre au-dessus du niveau des rails.

2.6 Les quais destinés aux véhicules légers

Quelle que soit l'activité principale du magasin, il est conseillé, si la place le permet, de prévoir une longueur de quai qui pourra accueillir des livraisons effectuées par des camionnettes ou des fourgonnettes. La hauteur de ce quai doit être de l'ordre de 50 centimètres.

2.7 La rampe d'accès pour véhicules légers

Toujours utile mais indispensable dans les projets de grande taille, est la rampe d'accès qui permet à un véhicule léger de pénétrer à l'intérieur du magasin. Elle servira aux voitures ateliers de dépannage. Elle servira aussi à la livraison des chariots de manutention. Dans ce dernier cas attention à ne pas endommager les bandages de roues en roulant sur des graviers.

2.8 La zone avant quais

En ce qui concerne les surfaces de quais à prévoir à l'intérieur du bâtiment, il faut tenir compte, comme dans le cas des arrivées directes de la production, d'une zone d'attente. Elle permettra la désynchronisation entre la livraison et la rentrée effective en magasin ; elle servira aux contrôles, à la repalettisation et éventuellement au dédouanement.

À titre d'anecdote, un responsable de magasin, un peu directif, a exigé du concepteur que cette zone soit notoirement sous-dimensionnée. Il voulait, ainsi, obliger ses équipes à procéder au casage pratiquement en temps réel. L'histoire ne dit pas s'il avait raison. Espérons-le, car il est difficile de revenir sur une telle décision, une fois le bâtiment construit.

2.9 Le point d'accrochage palan

Dans le cas d'un magasin grande hauteur (au-delà de 7 ou 8 mètres), il sera judicieux de prévoir, en charpente, un point d'accrochage de palan d'une force d'environ cinq tonnes. Il sera utilisé notamment pour le montage des mâts de chariots ou pour leur entretien. Prévu lors de la conception, le surcoût engendré par ce dispositif est tout à fait négligeable. Ensuite, il deviendra pratiquement impossible de le mettre en place.

2.10 Le chargement global

Si des flux d'entrée importants ont la même origine, il sera judicieux de regarder une solution de chargement déchargement global. Cette technique permet de réduire à moins de cinq minutes un chargement ou un déchargement complet des vingt-huit ou trente-trois palettes d'une semi-remorque, alors que la même opération effectuée par des caristes à l'aide de transpalettes électriques demande souvent une demi-heure, voire le double.

Le chargement global doit être envisagé dès lors que l'importance du trafic justifie au moins une remorque à temps plein et deux à trois trajets par jour. En effet, la plupart des équipements qui sont disponibles aujourd'hui nécessitent d'aménager le sol de la remorque, ce qui la spécialise donc et la rend peu adaptée à des transports conventionnels.

Ce type de matériel exige le plus souvent l'équipement des deux quais d'expédition et de livraison. C'est pour cette raison que cette solution est systématiquement mise en œuvre dans le cas d'usines de production éloignées de plusieurs kilomètres de leur magasin de produits finis ou de leur plate-forme de distribution.

L'équipement du quai exige au minimum la surface équivalente à celle d'une remorque, augmentée des positions de prise en extrémité de dispositif de déchargement. À cela il faut ajouter la surface des armoires électriques, des armoires d'automatismes et des dispositifs de sécurité protégeant l'ensemble de la zone.

3. Les zones de contrôle

3.1 Contrôles quantitatifs

Au-delà de ce qui a été dit pour les zones d'attente entre la production et le magasin, des contrôles sont aussi nécessaires pour les arrivées de l'extérieur. Un rapprochement entre le bordereau de livraison et la commande attendue doit être effectué. Il faudra vraisemblablement aussi procéder au comptage des produits livrés.

C'est dans cette zone également qu'auront lieu les premières opérations d'identification.

3.2 Contrôles qualitatifs

Certaines industries, comme notamment l'industrie pharmaceutique, réclament des aménagements bien particuliers. À proximité immédiate des quais d'arrivée, il y a souvent lieu de prévoir des salles de prélèvement d'échantillons et un local de diagnose. En l'occurrence, la diagnose est un contrôle rapide de la nature du produit, le contrôle fin de la pureté du produit sera fait ultérieurement car il nécessite à la fois plus de temps et plus de matériel.

Les salles de prélèvement sont souvent des petites cabines préfabriquées, appelées quelquefois « boquettes », dans lesquelles on peut stocker une palette, un conteneur ou un sac. Un laborantin doit pouvoir y prélever les échantillons nécessaires au contrôle qualité. Ces petits locaux doivent être conçus pour éviter toutes les pollutions croisées. Ils peuvent être équipés de quelques mètres de convoyeur permettant l'entrée et la sortie des conditionnements à échantillonner à travers un sas. Leur surface sera définie pour accepter une paillasse de chimiste, le rangement des instruments adéquats et des terminaux d'identification : écran, clavier, lecteur et imprimante d'étiquettes code à barres.

Le local réservé à la diagnose est un peu du même type. Souvent les palettes entières n'y pénètrent pas mais seulement les échantillons prélevés dans les salles précédentes. Par contre, ce local peut accueillir une instrumentation plus importante.

Les contrôles qualitatifs deviennent sensiblement plus contraignants quand il s'agit de liquides ou de pulvérulents qui sont livrés en citerne ou en vrac. En effet, le déchargement ne peut commencer que lorsque les contrôles sont définitivement positifs. Il n'est pas question de polluer une citerne ou un silo, qui ne sont peut-être pas entièrement vides, avec une livraison de nature différente ou de qualité inacceptable.

3.3 Contrôles administratifs

L'activité du magasin et les accords avec l'administration concernée peuvent amener à avoir une zone réservée aux opérations de dédouanement. Dans certains cas, il sera exigé qu'elle soit dans un local dont on puisse contrôler l'accès, enceinte grillagée fermant à clé par exemple.

4. Les zones de conditionnement ou reconditionnement

Pour les magasins qui exigent un conditionnement unitaire, un reconditionnement ou un simple étiquetage, il y a lieu de prévoir des zones destinées à cette activité. Ces zones seront susceptibles d'accueillir le stockage provisoire de ces articles en cours de reconditionnement et les équipements spécialisés : ensacheuses, barqueteuses, étiqueteuses, machines à blisteriser, etc.

Dans d'autres types d'activité, il est interdit de rentrer en magasin des palettes qui viennent de l'extérieur : soit leur qualité est incompatible avec les appareils de manutention automatique en service, convoyeurs, transtockeurs, etc. ; soit la politique de qualité de l'entrepôt n'autorise pas l'entrée de palettes qui ont pu, sur un autre site, être posées à terre, on pense ici à des entrepôts pharmaceutiques ou proches de l'industrie agro-alimentaire.

Dans le premier cas, une solution peut être de poser la palette d'origine sur une palette propriété du magasin. On parle souvent alors de « palette prisonnière » ou de « palette captive » puisqu'on ne la laisse pas quitter le site. Dans ce cas, il faudra prévoir, dans les implantations, une zone de stockage propre à ce parc de palettes vides. Par ailleurs, cette disposition, si elle est économe de main-d'œuvre, oblige à prévoir une hauteur d'alvéole de stockage supérieure d'environ quinze centimètres à ce qu'elle serait sans cela. Si le magasin a une capacité de plusieurs milliers de palettes, les volumes mis en jeu méritent que la réflexion sur le sujet soit approfondie après que le coût ait été estimé. Mille palettes prisonnières vides représentent un volume net d'environ 200 mètres cubes.

L'autre solution est de procéder à un changement de palettes. Si cette procédure est consommatrice de main-d'œuvre, elle a le mérite de mieux maîtriser la qualité de la palettisation (moins de débordements de charges dus à une palettisation extérieure peu soignée ou aux secousses du transport). Elle n'exige pas non plus de volume supplémentaire de palettier. Mais là aussi, il faut prévoir les surfaces nécessaires aux dépalettisations et repalettisations et à la réserve de palettes prisonnières.

Il est à noter qu'il existe des équipements permettant de mécaniser ce changement de palettes. Deux systèmes existent. Le premier procède par retournement de la charge. La palette d'origine se retrouve donc sur la charge, on enlève celle-ci et l'on place la palette prisonnière à sa place, puis l'ensemble est de nouveau retourné. Tous les produits n'acceptent pas ce traitement.

5. Les zones de quarantaine

La quarantaine ne concerne pas tous les entrepôts. Les magasins qui ont à gérer ce genre de problème ont, comme dit plus haut, deux solutions possibles : la quarantaine dite « physique » et la quarantaine dite « informatique » ou « administrative ». Dans tous les cas, il s'agit d'interdire l'accès, par mégarde, aux produits concernés.

La quarantaine physique exige une zone bien délimitée, dans laquelle on stocke les articles concernés jusqu'à ce que leur libération soit prononcée. Quelquefois même cette zone doit avoir un accès protégé par clé ou par badge. Les surfaces nécessaires seront calculées à partir du nombre de palettes intéressées et du temps de séjour moyen (délai de libération par le service qualité).

La quarantaine informatique ou administrative autorise, elle, le stockage des articles concernés à n'importe quel emplacement du magasin. C'est le système informatique qui interdira que l'on touche à ces produits jusqu'à leur libération en ne délivrant aucun ordre de sortie les concernant. Cette procédure se généralise puisqu'elle n'exige aucun mouvement, aucune surface ou aucun volume supplémentaire. Elle impose par contre que le système informatique soit parfaitement fiable (voire certifié dans le cas de l'industrie pharmaceutique) et que le personnel fasse preuve de rigueur.

6. La pertinence d'un stock unique

Scinder le stock total en deux parties – un stock réserve et un stock avancé en zone picking – est une décision qui n'est pas toujours facile à prendre.

Le double stock, réserve et avancé, présente deux inconvénients majeurs. Le premier est de créer des mouvements supplémentaires puisqu'il faudra transférer les articles du stock de masse vers le stock avancé. Le second inconvénient est de nécessiter des équipements statiques et dynamiques particuliers et les surfaces d'allées correspondantes.

Ces inconvénients doivent donc être compensés par les gains de productivité apportés par la zone picking. Celle-ci, par définition, est plus compacte ; donc il y aura raccourcissement des trajets. Par ailleurs, les équipements de la zone pourront être plus spécialisés ; et donc les temps de picking plus courts (voir figure 11.2).

Ainsi plus le nombre d'accès correspondant à un conditionnement d'entrée (le plus souvent palette) sera important et plus le stock de masse sera facile à justifier. Moins nombreuses seront les références et plus grand sera le nombre d'articles stockés, plus le stock unique sera compact et donc rentable.

À l'inverse, si la préparation de commandes se fait en majorité en conditionnements de détail, les zones de préparation spécialisées vont s'imposer.

Les prélèvements de détail à très grande hauteur doivent être de préférence réservés aux accès peu fréquents sur de nombreuses références.

Le choix économique entre les deux scénarios se fait en comparant les budgets complets, exploitation et amortissement, des transferts des articles de la zone réserve vers la zone de préparation, à la diminution des coûts de prélèvements. Par budgets complets il faut entendre les éléments suivants :

- en investissement à amortir :
  – surfaces supplémentaires d'allées induisant un surcoût du bâtiment
  – équipements de stockage et de manutention

  – équipements propres au picking
  – équipements annexes correspondant (protection incendie, etc.)
  – matériels informatiques et logiciels supplémentaires
- en exploitation :
  – amortissement des investissements mentionnés ci-dessus
  – coûts d'exploitation des équipements
  – coûts de main-d'œuvre.

En dehors des gains purement économiques, une amélioration des délais de livraison peut être appréciable au plan commercial et marketing.

Le plus souvent, il est sage de faire cohabiter les deux solutions. Les références ayant un faible taux de rotation, la classe « C », ne disposeront que d'un stock unique. La présence des références « C » (50 % du catalogue) en zone picking doublerait cette zone alors que les gains attendus ne correspondraient qu'à 5 % de la préparation. La justification d'un tel choix sera difficile.

Les références « A » et « B » disposeront d'un double, voire triple, stockage :

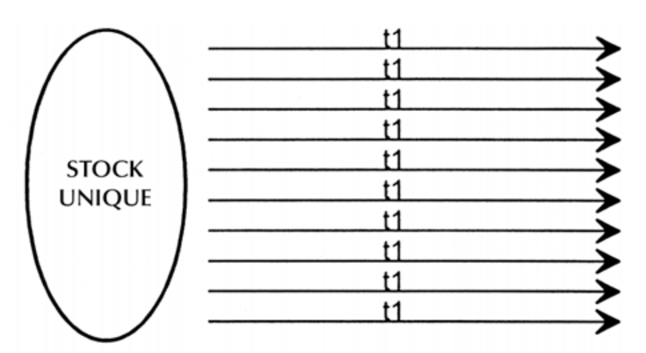
- un stock réserve où s'effectueront également les prélèvements de palettes complètes
- un stock avancé dans une zone dédiée à la préparation des cartons complets
- un second stock avancé dans une zone dédiée à la préparation de détail.

6.1 La définition du mode de stockage

Les surfaces, volumes et coûts d'un stock réserve varient dans des proportions importantes suivant la nature des articles concernés. Comme il est nécessaire de conserver l'accès à toutes les références, la diversité de celles-ci et l'importance du stock pour chacune d'elles détermineront les hauteurs de gerbage et le nombre d'allées. Si, par exemple, les articles sont peu nombreux et conditionnés en palettes gerbables sur trois ou quatre hauteurs, l'installation d'un palettier ne sera peut-être pas indispensable.

6.2 Les moyens spécifiques

Les stocks de masse peuvent justifier des équipements conçus pour augmenter la compacité. Il s'agit notamment de stockages dynamiques à accumulation et de stockages mobiles (palettiers ou casiers). Ces deux catégories de matériels permettent de réduire sensiblement les surfaces d'allées si, toutefois, le nombre d'accès le permet. Ils seront étudiés au chapitre traitant des moyens.



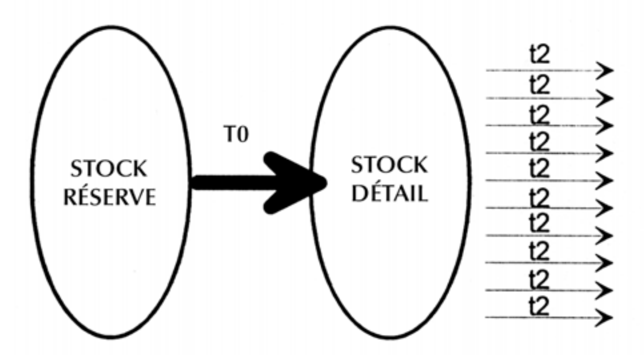


Figure 11.2 – Stock unique et stocks multiples

7. La définition des volumes du palettier

Si le stock de masse doit recevoir des palettes, le calcul des volumes nécessaires fait intervenir de nombreux paramètres.

7.1 L'orientation des palettes

L'encombrement des palettes étant connu, il convient de choisir tout d'abord leur orientation dans le palettier : la longueur ou la largeur en façade d'allée. La largeur en façade s'impose dans tous les cas où il s'agit uniquement d'un stock réserve sans aucune activité de picking. Elle est également conseillée, dans d'autres cas, si les prélèvements sont faciles et / ou peu nombreux.

La facilité des prélèvements peut venir de la morphologie des articles, de leur poids ou des dispositifs de préhension adaptés, crochets, mini-gaffes, etc. L'orientation longueur en façade d'allée facilite l'activité de picking ; mais en contrepartie, elle

implique un volume de palettier supérieur d'environ 20 %. Très rares sont les entrepôts qui ont adopté cette disposition.

7.2 Les jeux de fonctionnement

Ensuite, doivent être définis les jeux latéraux. Le jeu entre les palettes et les échelles du palettier est au minimum de 75 mm mais peut atteindre 100 mm. Le jeu entre les palettes doit être aussi de 75 à 100 mm. Cette valeur dépend de nombreux facteurs. Dans le cas d'une exploitation par des caristes, les éléments suivants sont à prendre en compte :

- la qualité des palettes
- la qualité de la palettisation, avec ou sans débord
- la stabilité des charges
- la dextérité et l'engagement des caristes
- la hauteur de stockage
- le moyen de manutention. En particulier, un chariot grande hauteur dont le conducteur reste au sol demande un jeu plus important qu'un chariot de même hauteur à nacelle élevable.

Dans le cas d'un stockage automatique, la norme FEM 9831 retient, par exemple, pas moins des dix paramètres suivants pour la définition du jeu fonctionnel entre deux palettes :

- deux fois la tolérance de lecture lors du contrôle gabarit d'entrée
- deux fois l'imprécision du positionnement de la charge en position de prise sur le convoyeur d'entrée
- l'imprécision de positionnement longitudinal du transtockeur
- la déformation du mât sous la charge
- la déformation du chariot porte-fourche sous la charge lors du déploiement de la fourche
- le jeu des galets de guidage
- l'inclinaison du mât due aux tolérances d'installation du rail
- l'imprécision dans la mise en place des dispositifs de positionnement (cible, repères de reset, etc.)
- l'inclinaison du palettier
- l'inclinaison de la charge due à la flèche des lisses.

Il est à noter que le choix d'une distance de 100 millimètres au lieu de 75 n'est pas neutre ; la diminution de la capacité de stockage, à volume de bâtiment égal, est d'environ 2 %.

Il faut aussi définir le jeu vertical entre le sommet de la palette la plus haute et la lisse supérieure. Pour la manutention pure et simple, on conseille un jeu de 100 à 150 mm. Cette valeur doit être augmentée si des prélèvements d'articles unitaires encombrants doivent avoir lieu dans des bacs, des cartons ou des caisses américaines.

Le dernier jeu est celui qui sépare les palettes dos à dos. Sa valeur minimale est de 150 mm en cas de sprinklage (règlement R1 de l'APSAD (Voir figures 15.3 et 15.4).

Nota : La définition des jeux fonctionnels doit être judicieuse. Si les jeux sont trop faibles, ils vont ralentir l'activité des caristes ou multiplier les rejets au contrôle gabarit dans le cas d'une manutention automatique. Cela diminuera d'autant la productivité globale de l'entrepôt durant toute la durée de son exploitation. S'ils sont trop importants, la taille du bâtiment sera inutilement augmentée.

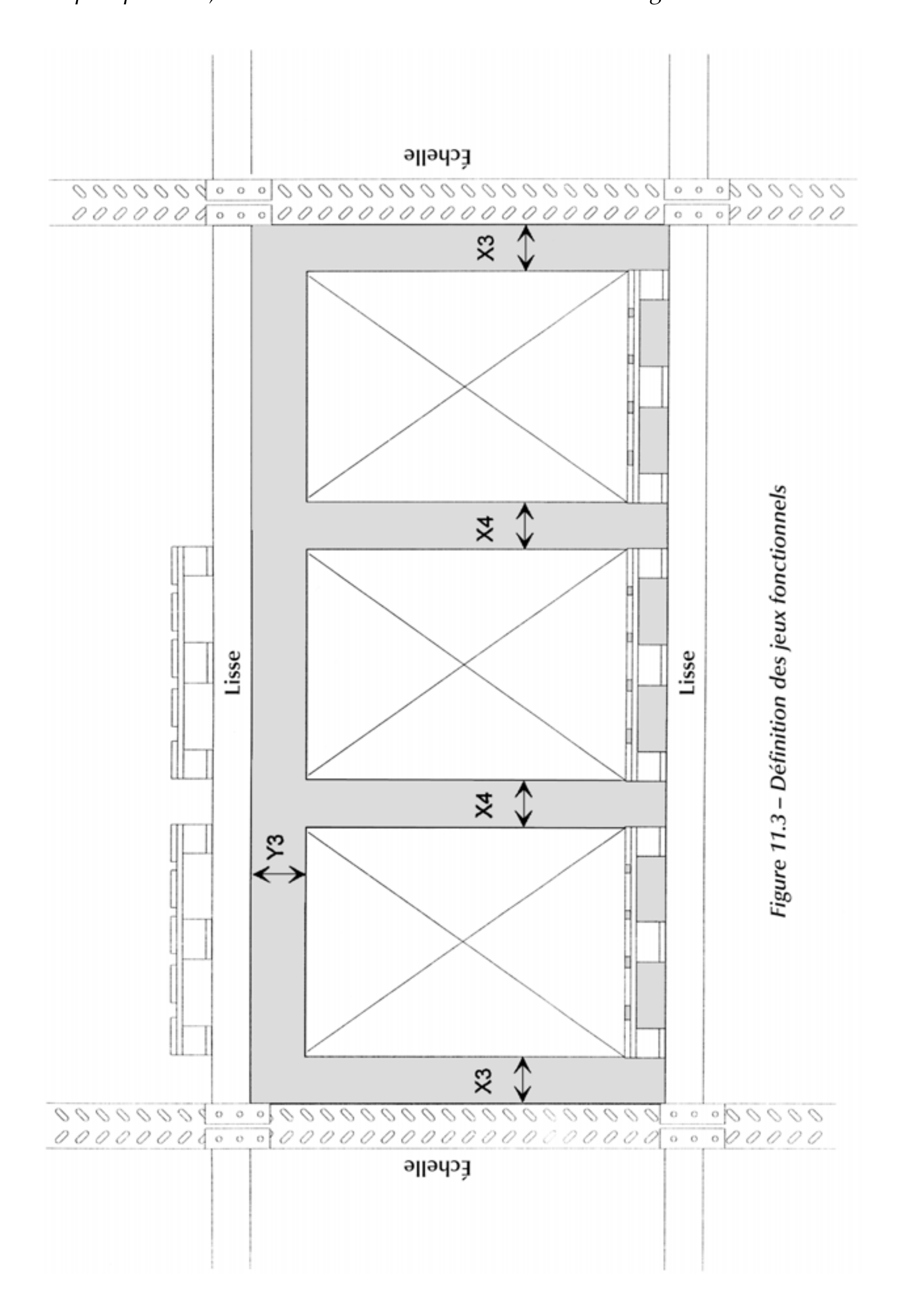


Figure 11.3 – Définition des jeux fonctionnels

150 mm

JEU FONCTIONNEL ARRIÈRE

20 mm

Figure 11.4

DRIVE IN OU DRIVE THROUGH
APPUI MINIMAL

7.3 La structure du palettier lui-même

Il faut tenir compte aussi de l'encombrement de la structure elle-même du palettier. Dans une première approche, on peut retenir les valeurs moyennes suivantes :

- 120 mm pour la hauteur des lisses. Cette valeur peut varier de 50 à 160 mm suivant les constructeurs, le profil proposé, la longueur demandée, le poids de la charge, les flèches admises (1/200 ou 1/300), la hauteur de stockage et les moyens de manutention envisagés et notamment leurs dispositifs de mise à niveau automatique ou non.
- 100 mm pour l'épaisseur des échelles. Cette valeur varie de 80 à 120 mm surtout en fonction de la hauteur de stockage et du poids des charges.

Les échelles ont des perforations qui permettent l'encliquetage des lisses. Leur pas varie sensiblement, de 50 à 300 millimètres suivant les catalogues des constructeurs. Il faut tenir compte de cette contrainte dès les premiers dimensionnements. Un pas de perforation à la demande est, en effet, économiquement difficile à justifier.

7.4 La protection incendie

Enfin, on vérifiera s'il est obligatoire d'avoir un système de protection incendie par eau pulvérisée (sprinkler). Si c'est le cas, celui-ci devra s'inscrire dans le jeu arrière des palettes et dans la hauteur des lisses. Cette disposition permet en effet aux lisses

d'assurer la protection mécanique des têtes d'aspersion contre les heurts éventuels des charges.

Si ce n'était pas possible, il faudrait prévoir un espace supplémentaire pour les rampes, les têtes et leurs dispositifs de protection. Par ailleurs, la réglementation impose des pas maximums entre les nappes de protection ; et ce pas n'est pas forcément compatible avec le pas des lisses. Deux solutions dans cette situation : soit une demande de dérogation, mais celle-ci est de moins en moins souvent accordée ; soit l'augmentation du jeu arrière afin de pouvoir loger les têtes.

7.5 Les poteaux et canalisations diverses

Dans le dimensionnement global du palettier, le concepteur doit tenir compte des alvéoles rendues indisponibles par les poteaux du bâtiment et autres canalisations comme les descentes d'eaux pluviales, gaines de chauffage, etc.

Le pas maximal des poteaux qui n'entraîne pas des poutres horizontales d'une hauteur démentielle est de l'ordre de vingt-cinq mètres. Dans le cas d'un projet devant s'inscrire dans une construction existante, la contrainte risque d'être infiniment plus forte si le pas du palettier et de ses allées n'est pas un sous-multiple du pas des poteaux. Un poteau ne peut pas obstruer une allée !

7.6 Les passages piétons

Aucun point du magasin ne devant se trouver à plus de 50 mètres (25 mètres en impasse) d'une issue de secours, on est souvent amener à prévoir, en guise de raccourcis, des allées piétonnes qui traversent les palettiers. Les alvéoles basses se trouvant sur le trajet sont bien sûr à neutraliser dans le dimensionnement. Il est à noter, au passage, que les alvéoles immédiatement supérieures devront être pourvues de platelages pour prévenir toute chute de carton.

7.7 L'optimisation du taux d'occupation

Le volume du stock de masse dépend également de la façon dont seront gérées les adresses physiques de stockage. Une gestion purement manuelle des emplacements impose d'affecter de façon quasi définitive une adresse à une référence, pour que l'on puisse savoir rapidement comment y accéder. L'attribution des adresses se fait souvent, pour des raisons mnémoniques, suivant le repérage alphanumérique croissant ou décroissant des références.

Cela présente deux inconvénients majeurs. D'abord, les volumes de stockage ne sont, en moyenne, occupés qu'à 50 %. En effet, comme une seule adresse est réservée à une référence, la surface de cette adresse est calculée pour accueillir la valeur maximale du stock de cette référence. Lors d'un complètement de stock, cette adresse sera entièrement occupée. Puis les transferts successifs vers la zone picking vont progressivement la vider ; par conséquent, elle ne sera, en moyenne, qu'à moitié occupée (ou à 60 %, si l'on convient que le réapprovisionnement est déclenché avant la rupture de stock).

Ensuite, l'affectation des adresses se faisant suivant des critères mnémoniques, les articles les plus fréquemment sollicités, la classe A, ne peuvent pas être aux places les plus rapidement accessibles.

Une gestion informatique des adresses physiques procède de la façon suivante. Le magasin est divisé en trois (ou plus si utile) grandes zones – A, B, et C – suivant les temps d'accès qu'elles imposent aux équipements de manutention et/ou aux préparateurs. Le système informatique connaît, en permanence et en temps réel, l'état de chaque adresse : libre ou occupée et, si elle est occupée, par quelle référence.

À chaque arrivée d'un article, le système attribue la première adresse disponible dans la zone concernée par l'article. Chaque emplacement peut donc être utilisé pour n'importe quelle référence de la zone. Le taux de remplissage peut ainsi atteindre 80 % en régime de croisière, et un peu plus en période de pointe.

Par ailleurs, l'affectation en temps réel des produits à des adresses correspondant à leur classe minimise sensiblement les déplacements.

En conclusion, une gestion manuelle des adresses physiques implique un taux d'occupation de l'ordre de 60 % alors qu'une gestion informatique correspond à un taux de l'ordre de 80 %. L'adressage manuel entraîne en plus un surinvestissement en équipements mobiles, puisque les déplacements seront à la fois plus longs et impossibles à optimiser. L'application de ce taux d'occupation va permettre de passer d'un nombre de palettes à accueillir (donnée de base) en nombre d'emplacements à construire :

$$\text{Nombre palettes} \times 1{,}25 = \text{Nombre d'emplacements}$$

7.8 La définition des allées de service

Ces allées ont une importance primordiale. Dans un palettier, exploité par des chariots à grande hauteur et dont l'orientation des palettes correspond à la longueur en façade, les allées représentent un volume pratiquement équivalent à celui du stockage proprement dit.

La largeur des allées de service est bien sûr directement dépendante des moyens de manutention envisagés et de l'orientation des palettes. Pour une exploitation à partir de transtockeurs automatiques ou à conducteur embarqué, il faut compter de 1,20 mètre à 1,4 mètre suivant l'orientation des palettes. Pour une exploitation faisant intervenir des chariots à grande hauteur, il faut prévoir de 1,7 mètre à 1,85 mètre suivant la hauteur et l'orientation des palettes. Si l'on envisage des chariots équipés d'un filoguidage, il faut prévoir des largeurs d'allée supérieures d'environ 10 centimètres. Des chariots de type mât rétractable entraînent des allées de 2,8 à 3 mètres, et des chariots conventionnels à fourche frontale des allées de 3,5 à 4,5 mètres. Un nouveau type de chariot articulé à fourche frontale permet des allées de 2 mètres mais exige une habileté particulière de la part des caristes.

7.9 La spécialisation des allées

Les particularités de l'activité de certains magasins inclinent à une organisation qui dédie une allée sur deux à l'approvisionnement du stock et la suivante à la préparation de commandes. L'importance des mouvements doit justifier une telle implantation qui évite les croisements de flux et d'engins, mais qui exige des surfaces supplémentaires (voir figure 11.5).

7.10 Le choix d'une hauteur de stockage

La hauteur de stockage peut être imposée par des contraintes extérieures : soit la surface disponible pour la construction de l'entrepôt est limitée, soit la hauteur de construction maximum est fixée par des règlements d'urbanisme locaux. Dans ces cas, le volume étant connu ainsi qu'une dimension, les autres dimensions en découlent automatiquement.

S'il n'existe pas de contraintes extérieures, le choix sera technico-économique. Un coût optimum d'entrepôt correspond au minimum de la somme des quatre fonctions :

- le coût du terrain correspondant à la zone de stockage : il décroît directement quand la hauteur augmente
- le coût du bâtiment : il croît avec la hauteur à partir d'une hauteur de 12 mètres environ
- le coût des équipements de manutention : il croît directement avec la hauteur
- les coûts d'exploitation qui dépendent directement des équipements choisis et donc indirectement de la hauteur.

L'influence de la variation des autres coûts élémentaires n'est pas significative.

Exemple :

	Solution 1 **Chariots grande hauteur**	**Solution 2** **Transtockeurs auto.**
Surface bâtiment	3920 m^2	2400 m^2
Hauteur utile	11 m (5 niveaux)	16 m (7 niveaux)
Terrain (cos = 2)	0,6 M€	0,37 M€
Bâtiment	1,7 M€	2 M€
Chariots (6)	0,5 M€	/
Transtockeurs (4)	/	1,30 M€
Coûts d'exploitation	0,5 M€	0,25 M€

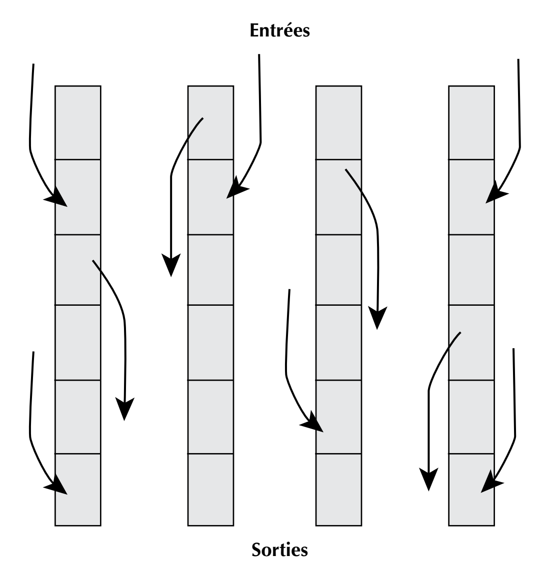


Figure 11.5 – Disposition d'allées

La hauteur induisant le prix optimal sera trouvée par approximation en chiffrant les deux ou trois solutions paraissant, *a priori*, les plus crédibles.

En ce qui concerne les équipements, chaque famille a sa plage de manœuvre :

- les chariots frontaux jusqu'à 6 mètres (max. 7 m)

- les chariots à mât rétractable jusqu'à 8 mètres (max. 9,5 m)
- les chariots à fourche tridirectionnelle jusqu'à 12 mètres (max. 14 m)
- les transtockeurs de 10 à 40 mètres (moy. 15 à 25 m).

8. L'AUTOMATISATION DU STOCKAGE

Le concepteur devra décider rapidement s'il étudie un scénario de stockage automatisé. Ce choix est rarement serein ; il est souvent dicté par des positions uniquement dogmatiques. Ce choix est toujours difficile car il fait intervenir un grand nombre de critères qu'il faudra pondérer avant de procéder à la notation de chacun des scénarios étudiés.

8.1 Les critères objectifs de choix

Les critères à prendre en compte sont multiples ; on peut citer :

- le nombre de références. Un faible nombre de références oriente vers des solutions de stockage compact rustiques surtout si le nombre de palettes par référence est grand.
- le débit. Un faible débit, de cinquante à cent palettes / jour ou moins, appelle des solutions conventionnelles.
- l'obligation de température dirigée. Les solutions automatiques s'imposent presque dans les entrepôts frigorifiques par exemple (conditions de travail et économie de frigories).
- la surface de stockage disponible. Plus la surface sera restreinte, plus les solutions automatiques seront à regarder.
- la hauteur de bâtiment autorisée. Une hauteur de bâtiment limitée à dix mètres ou moins met pratiquement les solutions automatiques hors-jeu.
- le prix du terrain. Pour autant que l'on puisse construire en hauteur, plus le terrain sera cher, plus les solutions automatiques seront attrayantes.
- les heures d'ouverture de l'entrepôt. Il s'agit là d'un des critères les plus importants, sinon le plus important. Une activité de seize heures justifie souvent des solutions automatiques. Une ouverture de vingt-quatre heures par jour les impose pratiquement.
- la trésorerie de l'entreprise. Des solutions automatisées impliquent des investissements relativement lourds avec un pay-back rarement inférieur à trois ou quatre ans pour une amplitude de 8 heures.

8.2 Les avantages et les inconvénients des solutions automatiques

Brièvement, les avantages des solutions de stockages automatiques sont les suivants :

- la diminution des surfaces par la réduction des largeurs d'allées
- la diminution des surfaces par l'utilisation de la hauteur
- une excellente productivité.

Parallèlement, les inconvénients sont les suivants :

- une certaine rigidité dans l'organisation
- des coûts d'investissement qui peuvent être importants
- une certaine sensibilité aux pannes.

8.3 La tendance

La tendance observée actuellement chez les industriels de la logistique est à la prudence, voire à la frilosité. L'incertitude touchant l'activité de l'entreprise à moyen et long terme entraîne le choix de solutions traditionnelles alors que des solutions automatisées seraient parfaitement justifiées par des pay-back tout à fait acceptables.

Chez les prestataires logistiques, l'on observe un accroissement progressif de la hauteur des entrepôts avec utilisation de chariots grande hauteur et une orientation, lente mais continue, vers des systèmes transitiques de tri ou de drainage.

Plusieurs facteurs expliquent la lenteur de ces évolutions :

- la plupart des prestataires logistiques sont issus du monde du transport peu habitué aux automatismes
- des niveaux de salaires modestes
- des contrats d'une durée non garantie et donc des durées d'amortissement non maîtrisées.

STOCKAGE DE COLIS							
	Taux d'occupation de la surface	**Taux d'occupation de la hauteur**	**Rapidité d'accès**	**Nombre de références**	**Accessibilité**	**Spécificité de l'engin de manutention**	**Coût d'investissement**
Casier H = 2,20 mètres	Faible	Très faible	Moyenne	Grand	Totale	Non	Faible
Casier dynamique*	Très bon à moyen	Très faible	Grande	Grand	FIFO	Non	Moyen
Casier mobile	Excellent	Faible	Faible	Grand	Totale	Non	Moyen
Casier grande hauteur	Moyen	Excellent	Grande	Grand	Totale	Chariot préparateur	Moyen à élevé**
Mini transtockeur	Très bon	Très bon	Grande	Grand	Totale	Mini TSK	Élevé
Armoire rotative	Très bon	Très bon	Moyenne	Grand	Totale	Non	Élevé
Silo	Très bon	Très bon	Faible	Grand	Totale	Non	Élevé
Carrousel	Bon	Moyen	Faible	Grand	Totale	Non	Élevé

* Dépend essentiellement du taux de rotation et de la fréquence de réapprovisionnement.

** Dépend de la hauteur de stockage

STOCKAGE DE PALETTES							
	Taux d'occupation de la surface	Taux d'occupation de la hauteur	Rapidité d'accès	Nombre de références	Accessibilité	Spécificité de l'engin de manutention	Coût d'investissement
Stockage au sol	Faible	Très faible	Moyenne	Faible	LIFO	Non	Très faible
Gerbage au sol	Faible	Faible	Faible	Faible	LIFO	Non	Très faible
Palettier allées larges (≥3,5 m)	Moyen	Bon	Grande	Grand	Totale	Non	Faible
Palettier allées moyennes (2 à 3 m)	Bon	Bon	Grande	Grand	Totale	Rétractable	Faible
Palettier allées étroites (1,5 à 1,9 m)	Très bon	Très bon	Grande	Grand	Totale	Tridi-Bidirectionnel	Moyen
Stockage gravitaire (dynamique)	Très bon	Moyen	Grande	Moyen	FIFO	Non	Moyen à élevé**
Drive in	Faible à très bon*	Moyen	Faible	Faible	LIFO	Non	Moyen
Drive through	Faible à très bon*	Moyen	Moyenne	Faible	FIFO	Non	Moyen
Palettier mobile	Excellent	Moyen	Faible	Grand	Totale	Rétractable	Moyen
Transtockeur	Très bon	Excellent	Grande	Grand	Totale	TSK	Élevé
Transtockeur à satellite	Excellent	Excellent	Grande	Grand	LIFO	TSK	Élevé
Stockage à navettes autonomes	Très bon	Excellent	Grande	Grand	Totale	Navette	Élevé

* Dépend essentiellement du nombre de références, de la taille des lots et du taux de rotation.
** Dépend de l'orientation des palettes : moyen si stockage dans le sens de la longueur, élevé si orientation dans le sens de la largeur.

12

La conception de la préparation de commandes et de l'aval

La conception de la préparation de commandes est certainement la partie la plus délicate de l'étude d'un nouveau site pour autant, bien sûr, que l'activité détail soit significative. Ce chapitre va tenter de débroussailler toutes les pistes qui sont à explorer pour aboutir à une solution optimale.

Avant d'aborder les solutions possibles et leur dimensionnement, seront d'abord rappelés les éléments à prendre en compte, les déplacements des opérateurs et les grands principes d'organisation.

1. Les éléments à prendre en compte

1.1 Les solutions inéluctables

Certaines familles logistiques ne laissent pratiquement pas de choix quant au mode de préparation à adopter. Elles devront donc être étudiées séparément. Entrent dans cette catégorie notamment les produits encombrants ou à contraintes particulières : armoires électriques, tourets de câble d'un diamètre supérieur à 1,20 mètre, les produits longs ou plats, les produits figurant au tableau « 2 » de la pharmacie, etc. L'étude de ces familles sera simple car sans alternative ; il sera seulement nécessaire de procéder au dimensionnement individuel des zones concernées.

1.2 L'analyse des données de base

Pour les familles logistiques autres que celles citées ci-dessus, cette analyse devra aboutir à l'établissement des flux générés par la préparation des palettes complètes, par la préparation des cartons complets (PCB) et par la préparation du détail (SPCB et UV).

L'étude continuera par l'établissement des trois classements ABC correspondant aux trois types de conditionnement. Ces trois classements sont indispensables. Il est, en effet, impossible de travailler à partir d'un seul : certaines références ne se vendront jamais au détail, d'autres ne se distribueront jamais par palettes entières.

Les grandes conclusions à tirer de ce premier traitement des données seront :

- la typologie des commandes induit-elle qu'il faille créer deux ateliers de préparation une pour les cartons complets et la seconde pour le détail ? C'est l'examen des flux qui permettra de répondre à cette question.
- si oui, combien de références seront-elles concernées ? Il serait peu pertinent de prévoir un emplacement dans chacune des trois zones pour les références « C » auxquelles on n'aura besoin d'accéder qu'une fois par semaine ou moins.

1.3 Les contraintes

Certaines contraintes peuvent orienter le choix d'un mode de préparation. Certains services qualité imposent qu'une commande soit intégralement préparée par un seul magasinier qui « signera » ensuite son « œuvre ».

Une autre contrainte encore fréquemment rencontrée est celle de la consolidation, c'est-à-dire le regroupement de tous les articles de toutes les lignes d'une commande. Cette obligation va exiger un ordonnancement précis de tous les prélèvements et l'organisation des rendez-vous dans une zone dédiée, la synchronisation parfaite étant utopique. Le plus souvent, aujourd'hui, la consolidation est confiée aux transporteurs.

Des contraintes plus sévères peuvent exister. Un vépéciste est par exemple obligé de pratiquer une double consolidation pour traiter des commandes de comités d'entreprise. Il doit regrouper, dans un même conditionnement, tous les articles achetés par un membre du personnel, puis regrouper, dans un second conditionnement, l'ensemble des commandes de tout le personnel.

2. L'ORGANISATION DES PRÉLÈVEMENTS

Les quatre types de solution suivants sont envisageables. Il est possible, et souvent même recommandé, d'en mettre plusieurs en place simultanément pour des familles et/ou des classes de rotation distinctes. Le choix entre ces différentes organisations n'est, bien sûr, pas toujours indépendant du mode de stockage qui aura été retenu. La figure 12.1 montre ces quatre types d'organisation.

2.1 Le préparateur se déplace vers les articles

Il peut se déplacer par ses propres moyens ou être embarqué sur un engin approprié. Les critères de ce choix seront l'étendue du magasin, les débits et les caractéristiques des articles.

Ce mode de prélèvement est généralement conseillé pour les références qui tournent peu et ne justifient donc pas des investissements élevés. Le déplacement à pied du préparateur devant les casiers est un mode élémentaire qui ne nécessite aucun équipement, sauf un chariot à pousser ou un transpalette à tirer, électrique ou non. Cet engin servira à rassembler les articles prélevés pendant la tournée.

Ce type d'organisation est adapté à des commandes concernant peu d'articles, de dimensions et de poids modestes, stockés dans des meubles de rangement de taille convenable. Il est souvent à conseiller pour les articles de la classe « C », dans une zone bien définie du magasin.

La hauteur de prélèvement conseillée ne doit pas excéder 1,60 mètre (max. 1,70 m). La largeur d'allée, si elle n'est pas déterminée par les engins qui approvisionneront le magasin, sera d'un mètre minimum. Pour une organisation prévoyant que deux préparateurs puissent travailler dans la même allée, pour qu'ils puissent se doubler ou se croiser, il faudra prévoir une largeur de l'ordre de deux mètres.

Si les accès sont un peu plus fréquents et si les horaires des réapprovisionnements et de préparation sont les mêmes, on peut envisager d'affecter l'allée uniquement aux prélèvements. L'approvisionnement des casiers se fera alors par l'allée située à l'arrière. Cette disposition convient particulièrement bien dans le cas des casiers de stockage dynamique. Pour des accès fréquents, d'autres types d'organisation qui seront vus plus loin sont plus efficaces.

Le préparateur peut aussi se déplacer à l'aide d'engins. Ces solutions sont adaptées à tous les cas où le volume des lignes est très sensiblement inférieur à la taille du conditionnement de rentrée en stock pour les références de la classe « C ». Si, par exemple, les palettes rentrant en magasin sont composées d'une trentaine de cartons et que les lignes ne font en moyenne qu'un seul carton, ce type d'organisation s'impose.

Les équipements dévolus à ce type d'activité sont très nombreux :

- les voiturettes électriques et les chariots préparateurs sans levée pour tous les prélèvements devant s'effectuer jusqu'à l,60 mètre
- les chariots préparateurs basse levée pour atteindre des hauteurs jusqu'à 2,8 mètres
- les chariots préparateurs moyenne levée qui permettent des prélèvements à 7 ou 8 mètres
- les chariots préparateurs à haute levée qui autorisent des prélèvements à plus de 10 mètres
- les chariots dits « combinés » ou « combis » destinés, comme leur nom l'indique, à la fois à la manutention des palettes et aux opérations de picking à grande hauteur, pouvant aller au-delà de 12 mètres (max. 14 m)
- les transtockeurs dits « manuels » ou « semi-automatiques » pour des hauteurs de 8 à 30 mètres.

Les largeurs d'allées correspondant à ces différents équipements sont éminemment variables : 3 à 4 mètres pour des chariots à basse levée que l'on souhaite voir se croiser, et éventuellement faire demi-tour dans une allée de travail ; 1,7 à 1,9 mètre pour des chariots à haute levée ou « combis » évoluant dans les allées étroites ; et 1,3 à 1,4 mètre pour les transtockeurs.

2.2 Les articles viennent au préparateur

Ce type d'organisation convient bien à des stockages très denses pour des références des classes « A » et « B » et de petites tailles. Dans ce cas, ce sont les palettes, les conteneurs ou les tiroirs qui se déplacent automatiquement. Ils se présentent devant le préparateur qui est à poste fixe, et retournent à leur position de stockage pour laisser la place à de nouveaux articles, une fois les prélèvements effectués. Les équipements conçus pour ce type d'activité sont adaptés à la taille et au poids des articles.

Parmi les équipements standards, on trouve :

- les armoires rotatives pour les petits objets, comme les composants électroniques ou les articles d'écriture
- les carrousels à axes verticaux pour des éléments du même type ou un peu plus volumineux, comme des sous-ensembles électromécaniques, des pièces détachées
- les mini-transtockeurs pour tout ce qui peut être stocké dans des tiroirs ou dans des bacs de 50 à 100 litres
- les transtockeurs automatiques pour tout ce qui est stocké sur palettes ou dans des conteneurs d'un encombrement équivalent.

À côté de ces équipements standards, il existe toute une gamme d'équipements très spécifiques de certaines industries. Il en est qui sont étudiés pour le stockage des rouleaux de moquette, d'autres pour le stockage des flans de tôle ou de profilés métalliques de grande longueur, etc.

L'adoption de ce type d'organisation implique que le temps de présentation des articles au préparateur soit compatible avec une activité normale de ce dernier. L'automatisme ne doit pas ralentir le travail. À ce problème il existe plusieurs réponses :

- dans le cas d'un mini-transtockeur, il faut faire en sorte que les différents articles d'un même tiroir soient le plus souvent prélevés dans une même séquence. Il importe également que les activités de l'opérateur et de l'équipement soient désynchronisées. Dans le cas des transtockeurs, grands ou « minis », il est recommandé de prévoir un carrousel de convoyeurs qui servira, en quelque sorte, de stock tampon entre le transtockeur proprement dit et le préparateur. Ce carrousel aura au minimum une position d'attente avant le poste de prélèvement, une position de prélèvement et une position d'attente après le poste de prélèvement. Cela permettra au transtockeur de travailler en cycles combinés, c'est-à-dire d'améliorer, par la même occasion, son rendement de 30 à 40 %. En contrepartie cette optimisation exige que les ordres de prélèvement puissent être connus à l'avance.
- dans le cas d'armoires rotatives ou de carrousels, le plan de chargement tiendra compte, pour l'affectation des adresses, des combinaisons d'articles le plus souvent sollicités simultanément. Ensuite, on confiera, si possible, au préparateur des tâches complémentaires de contrôle qualité, d'emballage et d'étiquetage. Une autre solution, souvent meilleure, consiste à affecter un seul préparateur à deux équipements ; le préparateur prélève sur l'un pendant que le second se met en place.

Les prélèvements à poste fixe facilitent grandement l'installation de périphériques du système informatique de gestion du magasin. Ces périphériques peuvent être : écran clavier éliminant les listings de préparation, système d'identification et bascule destinés aux contrôles, imprimantes pour édition d'étiquettes colis, etc. Tous ces dispositifs sont plus délicats à mettre en œuvre dans le cas de préparateurs ambulants.

2.3 Les solutions mixtes où les déplacements sont limités

Dans ce type d'organisation, chaque préparateur opérera dans une zone de trois à six mètres appelée indifféremment « poste de préparation » ou « gare » ou « station ». Les figures 12.2 et 12.3 illustrent l'un de ces postes. Cette disposition est très souvent couplée avec une organisation en « Pick and Pack » et en PCAO (Préparation de Commande Assistée par Ordinateur). Ces deux organisations sont décrites plus loin.

2.4 Les solutions entièrement automatiques

Ces organisations font appel à des automates de préparation de commandes et/ou à des robots dépalettiseurs. Ils suppriment totalement les préparateurs et donc leurs déplacements.

3. Le transfert des prélèvements

Là encore, deux organisations sont possibles. Les transferts sont effectués par des opérateurs ou ils s'effectuent automatiquement.

3.1 Les prélèvements sont accompagnés

Dans les installations les plus simples, quelle que soit la façon dont les articles ont été prélevés, le préparateur accompagne les articles jusqu'à la zone emballage ou la zone départ. Dans cette hypothèse, une simple allée de circulation est à prévoir entre les zones concernées. Sa largeur doit être adaptée aux équipements utilisés : chariots manuels, transpalettes, voiturettes, etc. Les besoins de croisement ou de dépassement seront pris en compte.

3.2 Les transferts automatiques

Dans les magasins et entrepôts plus importants, le transfert des articles prélevés vers les zones aval s'effectue au moyen de systèmes transitiques plus ou moins sophistiqués. Le nombre de postes de préparation à desservir et la décision de faire intervenir un ou plusieurs préparateurs sur une même commande vont déterminer l'itinéraire du circuit de manutention.

Il peut s'agir d'un réseau très simple de convoyeurs sur lesquels les préparations sont déposées et qui se terminera par un tronçon à accumulation situé en zone départ ou emballage. La solution peut aussi se trouver dans l'implantation de

réseaux beaucoup plus complexes dans lesquels les bacs affectés à une commande s'arrêteront automatiquement à chacun des postes de préparation concernés par la commande en question. Ces bacs pourront être ensuite, toujours automatiquement, dirigés vers une zone particulière d'emballage ou vers un quai de départ donné. Les bacs peuvent être avantageusement remplacés par les cartons d'expédition dans une organisation de type « Pick and Pack ».

Les technologies employées pour ces fonctions sont le plus souvent des convoyeurs à charges posées conçus pour des bacs, des cartons ou pour des palettes. La longueur importante des trajets et la modestie du trafic peuvent aussi justifier une orientation vers des chariots autoguidés, c'est-à-dire sans conducteur.

L'irrigation du magasin par le réseau de convoyeurs peut même amener à faire circuler ceux-ci à l'intérieur des palettiers. Cette disposition diminue les volumes réservés au stockage ; mais elle évite à l'opérateur de revenir plusieurs fois par heure en extrémité d'allée pour déposer ses préparations. C'est la comparaison des budgets d'investissement, d'amortissement et d'exploitation qui permettra de choisir telle ou telle disposition. La figure 12.4 illustre ce type d'implantation.

Déplacement du préparateur pour le prélèvement et l'acheminement

Déplacement du préparateur pour le prélèvement,
acheminement mécanisé

Transtockeur

Préparation mécanisée, acheminement
par le préparateur

Transtockeur

Préparation et acheminement mécanisés

Figure 12.1 – L'organisation des prélèvements

Figure 12.2

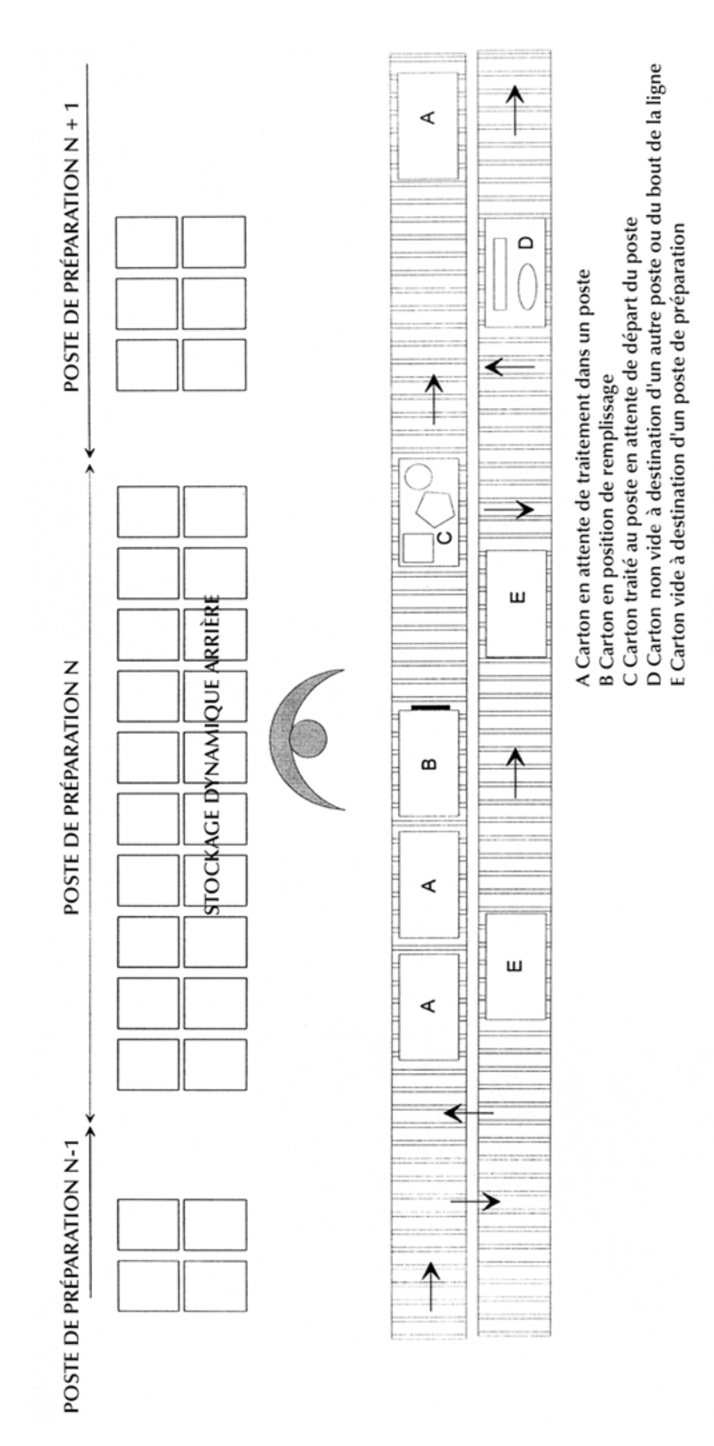


Figure 12.3 – Poste de préparation détail - Vue de dessus

Figure 12.4 – Préparation de commandes par drainage dans le palettier

4. Les grands modes de préparation

Les différents types d'organisation décrits ci-après ne sont pas obligatoirement exclusifs les uns des autres. Ils peuvent cohabiter.

4.1 Le mode de préparation détail « Pick then Pack »

Cette organisation signifie que l'on exécute les prélèvements dans un premier temps puis qu'on les achemine vers une zone de conditionnement pour les mettre en cartons. Elle implique donc une double manutention : prise et dépose dans un bac intermédiaire puis reprise et dépose, de nouveau, dans le carton d'expédition. Cette reprise peut, être mise à profit pour effectuer des opérations de contrôle. L'organisation suivante a été conçue pour éviter cette perte de temps.

4.2 Le mode de préparation détail « Pick and Pack »

Dans ce cas, le séquencement des tâches est différent. En fonction de la composition de la commande et des données logistiques des références concernées, un système informatique, indispensable, va calculer la taille du carton d'expédition le mieux adapté (fonction de précolisage). Ce choix s'effectue généralement parmi une gamme de deux à sept formats suivant les sites. L'étiquette d'expédition va immédiatement être apposée pour que le carton soit tout de suite parfaitement identifiable. Ce dernier va ensuite se faire remplir aux différents postes de prélèvement avant d'être fermé puis expédié.

L'acheminement des cartons peut être géré par les préparateurs, à pied ou embarqués sur des engins appropriés. Il peut aussi s'effectuer *via* un réseau transitique plus ou moins évolué.

Cette dernière solution s'applique à des centres de préparation devant faire face à une forte activité, faute de quoi l'investissement ne serait pas rentable. Aussi s'accompagne-t-elle souvent d'autres fonctions entièrement automatisées comme formeuses de cartons, postes d'impression et de pose d'étiquettes en temps réel, poste de calage (par collage et rétraction de film) et fermeuses.

Ce mode de préparation convient particulièrement bien aux flux de détail important des classes « A » et « B » de dimensions modestes. Les UV et les éventuels SPCB sont traités aux mêmes adresses et simultanément.

4.3 Aides au prélèvement

Ces aides ne sont pas à proprement parler des modes de préparation mais elles modifient tellement la qualité (approche de style Poka Yoke) et la productivité des prélèvements que l'on doit leur accorder la place qu'elles méritent. Ces aides diffèrent suivant que le préparateur se déplace ou non :

- Dans le cas des prélèvements à poste fixe, la référence des articles à prélever et leur nombre peuvent être indiqués sur un terminal informatique. S'il s'agit d'effectuer le prélèvement de petits composants dans des tiroirs de mini-transtockeurs, un spot lumineux orienté automatiquement peut signaler la case

concernée du tiroir. Dans le cas des armoires rotatives, une rangée de bacs est présentée automatiquement et un petit voyant lumineux indique le bac concerné par le prochain prélèvement.

- Dans le cas où le préparateur se déplace peu, il est possible de lui prévoir une assistance de type PCAO. Il existe des dispositifs automatiques qui gèrent des afficheurs placés sur la face avant de chaque alvéole de stockage. Ces minuscules terminaux comportent généralement un voyant lumineux qui indique l'adresse de stockage du prélèvement à effectuer, un afficheur numérique qui indique le nombre d'articles à prélever et un bouton poussoir qui permettra à l'agent d'informer le système que les prélèvements sont terminés. Le système pourra alors passer au suivant. Ces micro-terminaux peuvent être dotés d'options supplémentaires : bouton d'appel en cas de rupture de stock, boutons de compte rendu d'inventaire, etc. Il est communément admis que l'adoption d'un système de type PCAO permet d'améliorer la productivité de 20 à 30%. La figure 12.5 illustre un tel micro-terminal. Ce système d'aide est souvent appelé « Pick to Light ».

  Il est utile de prévoir, pour chaque colonne, un voyant lumineux qui rappelle que l'un au moins des micro-terminaux est activé. En effet, ces derniers n'ont pas la luminosité suffisante pour que le préparateur puisse voir leur allumage facilement à une distance de plusieurs mètres de biais.
- Dans le cas où le préparateur se déplace beaucoup, il est possible de le doter d'un terminal radio qui lui permettra de recevoir ses instructions (adresse de prélèvement et quantité à prélever). Ce terminal pourra aussi posséder un lecteur de code à barres destiné au contrôle des emplacements et des articles.
- Une première génération de terminaux comporte écran et clavier. Une seconde génération, apparue depuis seulement quelque temps mais qui se développe rapidement, fait appel à la reconnaissance vocale. Les instructions sont transmises, via ses écouteurs, au préparateur qui rend compte à l'aide de son micro.

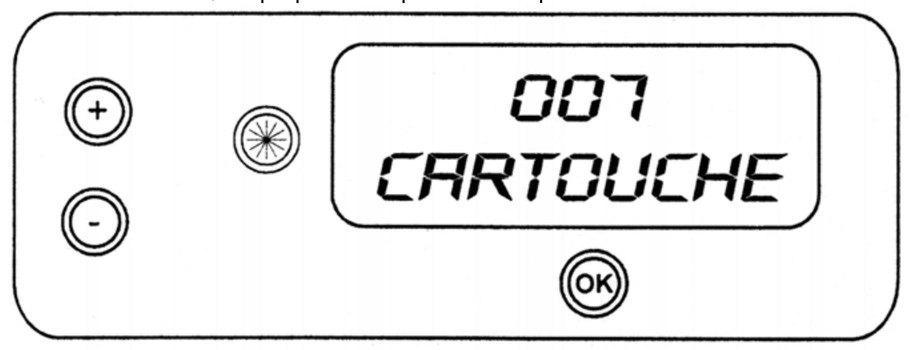


Figure 12.5 – Micro terminal de PCAO

4.4 L'organisation « Pick to Belt »

Dans cette organisation, qui est généralement réservée à la préparation des PCB, les opérateurs se déplacent dans des allées spécialisées. Un côté de ces allées est réservé aux palettes sur lesquelles on effectuera les prélèvements. Ces palettes sont

souvent placées sur des dynamiques à deux places de telle façon qu'une seconde palette soit immédiatement disponible dès que la première sera épuisée. L'autre côté de l'allée est équipé d'un convoyeur de drainage sur lequel les cartons prélevés sont déposés après que l'étiquette d'expédition y ait été apposée. Ces convoyeurs aboutissent à une zone de tri et de consolidation éventuelle (voir figure 12.4).

4.5 L'organisation « Pick and Sort »

Cette organisation est une extension de la précédente. Dans les versions les plus sophistiquées, les cartons d'une même référence sont prélevés en une seule fois pour toute la rafale, ce qui limite singulièrement les déplacements. Les préparateurs reçoivent leurs instructions *via* un terminal radio portable et ne posent pas d'étiquettes d'expédition. Ne pas poser d'étiquette augmente la productivité d'environ 20 %, sans parler de la limitation des erreurs. Les convoyeurs de drainage alimentent, à grande cadence, un trieur qui, suivant les cas, regroupera les cartons et les colis détail soit par commande pour effectuer la consolidation soit par remise pour un transporteur donné.

Il est nécessaire, pour ce type d'organisation, que l'étiquette des PCB ait été placée, en fin de chaîne de production, à un endroit précis du carton. Cette étiquette possède un code à barres qui indique la référence de l'article, code ITF14 par exemple. Ce code est lu en amont du trieur et un système informatique, qui possède le fichier de toutes les commandes, affecte le carton à l'une d'elles. Il pilote ensuite un poste d'impression à jet d'encre qui imprime, au vol, le texte de l'étiquette d'expédition à même sur le carton. Il faut bien sûr que l'emplacement de cette impression soit vierge de toute autre inscription. La virginité de cet emplacement comme la qualité du carton implique évidemment une réflexion approfondie de type « Supply chain ». Cette organisation est éminemment productive mais laisse évidemment peu de place au laxisme et à l'improvisation.

4.6 L'organisation « Pick by line »

Cette façon de travailler consiste, pour le préparateur, à ne se déplacer qu'une seule fois à une adresse de stockage pour prélever plusieurs lignes identiques appartenant à plusieurs commandes. Cette disposition économise beaucoup de déplacements (voir le graphique 19.3) mais implique, au moins pour la préparation des UV et SPCB un tri final pour regrouper tous les articles d'une même commande. Voir cidessus « Pick and Sort ».

4.7 La préparation « Grande Vitesse »

Dans certaines activités et pour certaines périodes, il peut être intéressant de mettre en place une organisation temporaire pour faire face à un fort pic momentané. Parmi les événements qui peuvent provoquer de tels pics, citons :

- la mise en place d'une nouvelle collection (métiers de la confection ou de la chaussure)
- la distribution des vaccins anti-grippaux dans la pharmacie au début de l'hiver
- la préparation des catalogues dans la fabrication des papiers peints
- plus généralement, dans toutes les professions, le traitement des reliquats après une période de rupture de stock.

Les commandes à traiter dans ce cadre ne sont concernées que par une petite partie du catalogue, voire une seule référence. Elles intéressent seulement la préparation détail et génèrent un très fort flux pendant une période que l'on souhaite la plus courte possible.

Une bonne riposte à ce type de problème est de prévoir une zone dédiée où il sera possible d'amener rapidement des palettes entières qui seront rapidement épuisées. Il serait dommage de passer par le circuit habituel de la préparation détail qui risquerait d'être fortement perturbée car non dimensionnée pour ces pics. De plus, cela ralentirait le processus de ces préparations spéciales.

5. Optimisation des mouvements

Qu'il s'agisse de préparations pour lesquelles le préparateur se déplace ou de préparations dans lesquelles les articles sont automatiquement présentés, le système informatique de gestion du magasin a un grand rôle à jouer.

Il peut, en groupant en séquences optimales les commandes qui sont à honorer dans le même laps de temps, diminuer de façon très sensible les déplacements des hommes ou des équipements. Il s'agit tout simplement de regrouper, dans une même tournée, les commandes qui concernent des articles stockés à la même adresse ou à proximité les uns des autres.

Il y a deux difficultés à cette optimisation. D'abord le contenu des commandes est aléatoire ; mais une approximation statistique suffira, dans un premier temps, à cerner le nombre d'hommes ou d'équipements à mettre en œuvre.

La seconde difficulté, plus réelle celle-ci, est le délai qui est accordé pour préparer les commandes. Plus ce délai sera long et plus les possibilités d'optimisation seront grandes. Par exemple, si une recherche outrancière du « juste à temps » amenait à traiter les commandes une par une, dès leur arrivée, il n'y aurait plus aucune possibilité d'optimisation.

Une illustration de ce que l'on peut attendre d'une telle optimisation est donnée au chapitre traitant du flux d'information, tri des commandes.

6. Le contrôle pondéral

Le contrôle pondéral n'est jamais un sujet facile. Certains concepteurs et exploitants en sont de farouches partisans ; les autres ne veulent pas en entendre parler et vont même jusqu'à démonter des installations existantes. Les paragraphes suivants vont tenter de faire le point sereinement et objectivement.

Une décision devra être prise lors de la conception car la solution retenue influera sur les implantations et sur les budgets.

	Le préparateur se déplace		La charge se présente						Le préparateur se déplace peu				Solutions automatiques	
	Stockage conventionnel	Stockage mobile	Armoire rotative	Carrousel vertical	Silo	Mini-transtockeur	Transtockeur	**Navettes autonomes**	Pick then Pack	Pick and Pack	Pick to Light	Put to Light	Automate de préparation	Trieur
Volume des articles														
Fort (= > 60 dm3)	=	=	X	X	X	X	O	O	X	O	X	X	X	o
Moyen (> 1 dm3, < 60 dm3)	=	=	o	O	o	o	o	o	O	o	o	o	o	O
Faible (= < 1 dm3)	=	=	O	O	O	O	o	o	o	o	O	O	O	X
Flux														
Fort (= > 10000 lignes/j)	X	X	=	O	o	O	O	=	o	O	O	X	O	O
Moyen (> 1000, < 10000 lignes/j)	o	X	=	O	O	O	O	=	O	O	O	o	O	O
Faible (= < 1000 lignes/j)	O	O	=	o	O	o	o	=	O	o	X	O	X	X
Nombre de références														
Fort	=	O	O	O	O	O	O	O	O	o	X	=	X	=
Moyen	=	o	O	o	o	o	O	O	o	O	o	=	o	=
Faible	=	X	X	X	X	X	o	o	o	O	O	=	O	=
Volume du stock														
Fort	=	X	o	o	o	O	O	O	=	=	=	=	=	=
Moyen	=	o	O	O	O	O	O	O	=	=	=	=	=	=
Faible	=	O	o	o	o	o	o	o	=	=	=	=	=	=
Heures d'ouverture													=	=
8 Heures/j	O	=	o	o	o	o	o	o	=	=	=	=	=	=
16 Heures/j	o	=	O	O	O	O	O	O	=	* =	* =	=	* =	* =
24 Heures/j	X	=	O	O	O	O	O	O	=	** =	** =	=	** =	** =
Délai de préparation														
1 heure	=	X	=	=	=	=	=	=	X	=	=	X	O	O
4 heures	=	o	=	=	=	=	=	=	o	=	=	o	o	o
24 Heures	=	O	=	=	=	=	=	=	O	=	=	O	o	o
Contraintes de température														
Forte - 27°C	X	O	X	X	X	O	O	O	X	O	O	X	X	O
Moyenne + 4 °C	X	O	X	X	X	o	o	o	o	o	o	o	X	O
Faible	O	o	O	O	O	o	o	o	O	o	o	O	X	o

Légende
Solution conseillée O
Solution possible o
Solution inadaptée X
Critère indifférent =

* Commentaire : plus longtemps un équipement automatique sera utilisé, plus son investissement sera facile à justifier.

Figure 12.6 – Guide de choix d'un mode de préparation

6.1 Le principe du contrôle pondéral

Le concept est simple. Il s'agit de comparer le poids théorique d'un colis, colis standard ou colis détail, au poids effectif. Le poids théorique est issu de la base de données logistiques, directement pour les colis standards ou par addition des poids unitaires pour les colis détail hétérogènes. Le poids effectif est mesuré en cours ou en fin de préparation, le plus souvent au vol sur un convoyeur.

Si le poids mesuré ne correspond pas, à la tolérance près, au poids attendu, on en déduit qu'il y a eu une erreur lors de la préparation. Mais tout n'est pas si simple en réalité. Les sources d'erreurs sont multiples.

6.2 Les faiblesses du dispositif

Ces faiblesses sont de deux sortes : les « fausses erreurs » créées par le système et les « vraies erreurs » non détectées.

Parmi les sources d'erreurs les plus souvent rencontrées dans la première catégorie, on peut citer :

- mauvaise saisie lors de l'établissement de la fiche logistique (d'où l'intérêt du dispositif automatique cité plus haut)
- changement de fabrication ou de conditionnement sans remise à jour de la base de données
- sources d'approvisionnement multiples (dual sourcing) de produit ou de conditionnement. (Les flacons de deux verriers différents n'ont pas le même poids)
- variation de l'hygrométrie ambiante (à la fin d'une semaine pluvieuse, certaines matières ont pu s'alourdir de 10 %)
- dérive du système de pesage.

Dans la seconde catégorie, on peut citer :

- réglage de la tolérance trop laxiste
- confusion, lors de la préparation, entre deux références pesant le même poids
- deux erreurs, une en plus et une en moins, qui s'annulent
- erreur, en plus ou en moins, sur une référence dont le poids est inférieur à la tolérance
- dérive du système de pesage une nouvelle fois.

L'ensemble des points ci-dessus explique la position tranchée des détracteurs du contrôle pondéral. Une étude récente a montré que le taux des erreurs affichées était en moyenne, pour tous les sites étudiés, de l'ordre de 22 %, alors que le taux des erreurs réelles était souvent dix fois moindre.

6.3 La meilleure solution

Comme début de parade, il a quelquefois été proposé de placer le poste de contrôle après la préparation des articles pondéreux et avant la préparation des articles légers. Cette démarche ne résout pas tous les problèmes cités plus haut, loin de là, et impose une implantation contraire à l'optimisation des déplacements.

Même si elle paraît dispendieuse, la meilleure solution semble être l'installation d'un contrôle à la sortie de chaque poste de préparation. Le système devra enregistrer le poids du bac ou du colis à l'entrée du poste. Ensuite, il devra vérifier que le poids, au départ du poste, correspond bien au poids initial augmenté du poids des articles à prélever au poste. Sinon, le bac ou le colis sera immobilisé au poste avec déclenchement d'une alarme ou dévié automatiquement, plus loin, vers un poste de contrôle manuel.

Cette disposition ne vaut que pour la préparation détail. Le contrôle des colis standards devra se faire par identification automatique de la référence. Dans les deux cas, quelques sources d'erreurs subsistent, mais l'on saurait difficilement faire beaucoup mieux.

6.4 Les performances des équipements

L'équipement de contrôle pondéral doit être bien sûr adapté aux paramètres de l'installation et notamment à la gamme de poids à mesurer, à la précision attendue et à la cadence requise. Parmi les solutions les plus performantes proposées par les constructeurs celle-ci peut être citée :

- gamme de poids de 0,5 à 60 kg
- vitesse du convoyeur 80 m/mn
- pas des charges de front avant à front avant 1 m
- précision ± 50 grammes.

La cadence maximale de cette installation est donc 4 800 colis/heure ce qui permet de répondre à la quasi-totalité de problèmes posés en préparation de commandes.

7. Le dimensionnement des zones de préparation

7.1 La préparation des palettes complètes

Le dimensionnement est rigoureusement le même que pour la fonction stockage, il met en œuvre les mêmes équipements et emprunte les mêmes allées. Il est seulement nécessaire de tenir compte de ces flux dans le calcul du parc de chariots ou des équipements de manutention automatique. Les allées devront permettre le croisement ou le dépassement de deux engins.

7.2 La préparation des colis standards

Le dimensionnement de cette préparation ne présente pas de difficulté particulière. Si les prélèvements s'effectuent dans le palettier, on est ramené au problème précédent. Si une zone particulière est dédiée et comporte des convoyeurs de drainage, il convient de prendre en compte l'encombrement de ces équipements. Leur implantation ne doit pas interdire la circulation des chariots éventuels, ni enclaver le personnel de préparation, notamment pour des questions de sécurité (voir la figure 12.4).

7.3 La préparation détail

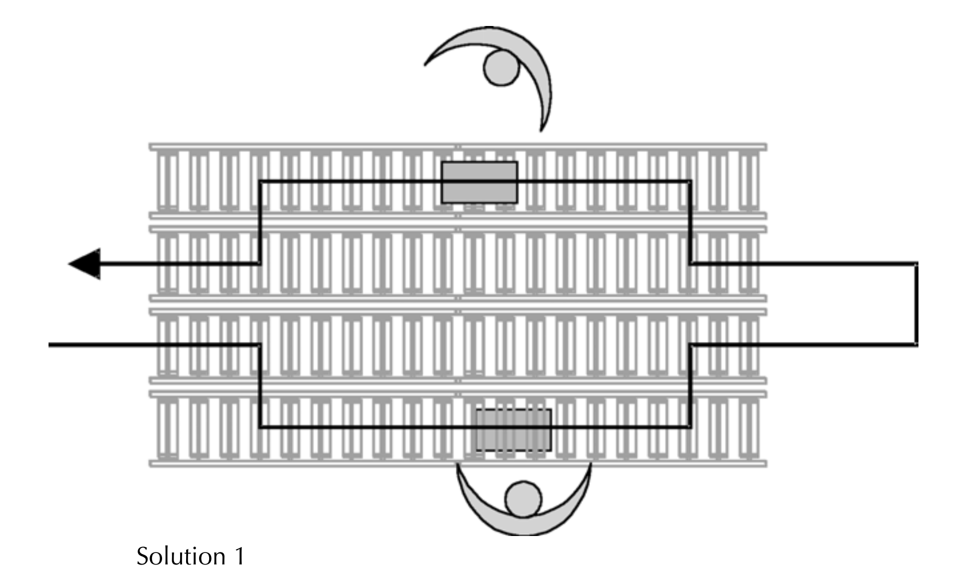
C'est certainement la partie la plus complexe pour les sites importants qui doivent faire face à un fort flux de commandes comportant du détail. Si le choix du mode de préparation se fait sur les postes à faible déplacement, chacun des éléments suivants doit être abordé lors du dimensionnement :

- La productivité. Certains concepteurs calculent le nombre d'opérateurs en fonction du nombre d'articles à prélever, les autres le font en fonction du nombre de lignes à servir. Si les articles concernés sont de relativement petite taille, la seconde solution paraît la meilleure. En effet, le temps nécessaire à la saisie d'un article ou de plusieurs est pratiquement le même alors que toutes les autres opérations, lecture du micro-terminal, déplacement devant l'adresse, acquittement, etc. demandent rigoureusement le même temps. La ligne semble donc une unité plus dimensionnante que l'article. Cela n'est plus vrai dans le cas des colis standards.
- Le nombre de préparateurs requis. Étant connu le nombre de prélèvements à effectuer et étant présumée la productivité d'un préparateur, on en déduit le nombre de ceux-ci.
- Le nombre de références par poste. Le nombre total de références étant connu et le nombre de préparateurs, on en déduit le nombre de références par poste. Mais une référence ne devra-t-elle se trouver qu'à une seule adresse ou pourra-t-on judicieusement équilibrer le travail des postes ? Dans ce cas chacune des références de plus forte rotation sera éclatée sur plusieurs postes.
- La largeur et la hauteur des canaux de rayonnage dynamique. Elles doivent permettre le passage, sans coincement, des cartons. La taille de ceux-ci est-elle relativement homogène auquel cas toutes les nappes auront la même hauteur ou sera-t-il judicieux de prévoir des nappes de différentes hauteurs ? (Attention : les articles à forte rotation devraient être placées à la meilleure hauteur ergonomique !). La hauteur doit tenir compte de l'ouverture des rabats (à moins que l'on ne les découpe auparavant) et de l'espace nécessaire pour sortir l'article, passage entre le haut du carton et la nappe de rouleaux supérieure.
- La position relative des dynamiques et des convoyeurs. Il y a trois écoles. La première préconise de placer le préparateur entre le dynamique et le convoyeur. La deuxième recommande de placer le dynamique et le convoyeur du même côté, le préparateur n'a plus à se retourner. La troisième conseille le cumul des deux solutions précédentes : un dynamique devant et l'autre derrière. Ergonomiquement parlant, la solution deux « casse » les reins du préparateur. De plus, elle allonge considérablement les postes par la suppression de deux nappes de canaux pour laisser passer le convoyeur. Le scénario trois présente le même inconvénient pour les reins et cette fois raccourcit beaucoup (souvent trop ?) les postes.
- La longueur des postes. Le nombre de canaux étant connu, leur position et leurs dimensions, on peut donc en déduire la longueur des postes. Il est généralement admis que la longueur idéale se situe entre 4,50 et 7 mètres. Elle est suffisamment courte pour limiter le déplacement des préparateurs et suffisamment longue pour autoriser l'accumulation d'un nombre convenable de bacs ou de colis à remplir.

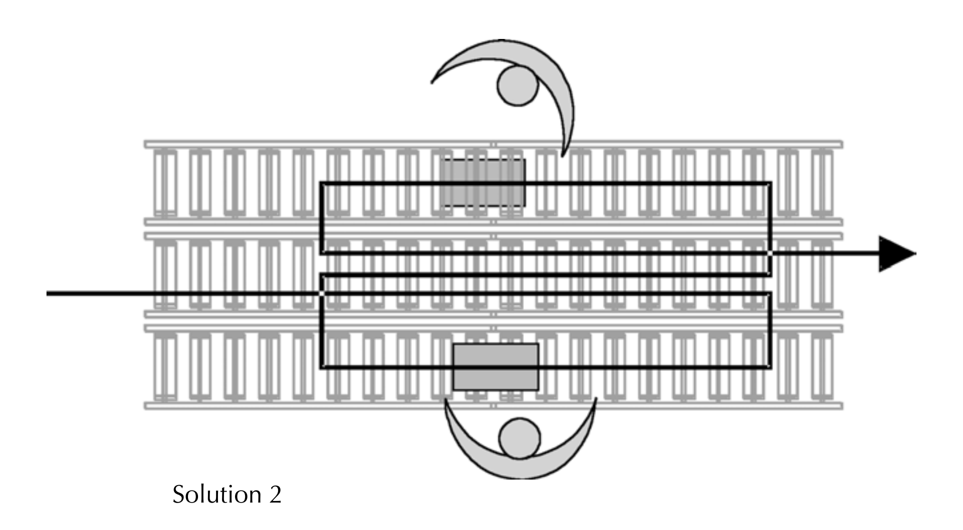
- La profondeur des dynamiques. Elle est calculée en fonction de la dimension des colis et de la consommation journalière prévue. Il est préférable de faire les « réappros » par dix cartons que par cinq : division par deux des accès au stock et des missions de « gavage » ou de « rempotage » des canaux. Pour les cartons, ne pas dépasser une longueur de trois à quatre mètres. Les coincements de cartons sont trop fréquents. Si l'on prévoit d'utiliser des bacs qui roulent beaucoup mieux, il est possible de prévoir des longueurs de l'ordre de six mètres.
- La largeur des allées permettant le réapprovisionnement des casiers dynamiques par l'arrière. Ce « réappro » se fera-t-il à l'aide d'un convoyeur qui conduira les cartons standards à proximité immédiate ? Certaines références « A+ » seront-elles amenées par palettes complètes à l'aide de chariots ? La réponse à ces questions permettra de choisir la largeur d'allée convenable.
- La largeur des allées réservées aux préparateurs. Choisie trop faible, elle obligera le préparateur à faire des rotations du bassin déconseillées par les ergonomes, trop importante, elle fera faire des pas inutiles. Une bonne largeur semble se situer entre 1 et 1,10 mètre.
- Le nombre de convoyeurs de bacs ou de cartons. La solution à un seul convoyeur où circulent tous les bacs, même ceux qui ne sont pas concernés par le poste, ne doit être regardée que dans des cas de trafic très faible et / ou de budget particulièrement serré. La solution à deux convoyeurs est la plus classique et la plus performante : l'un pour la circulation, l'autre pour l'arrêt au poste. La solution à trois convoyeurs, le troisième étant réservé au recyclage des bacs ou cartons n'ayant pas pu être servis pour cause de saturation d'un poste semble être déraisonnablement luxueuse.

  Quelquefois, on voit des installations dans lesquelles un unique convoyeur dessert, de part et d'autre, deux convoyeurs d'arrêt aux postes. Cette solution peut sembler économique mais un carton ne pourra pas atteindre au même passage deux postes en vis-à-vis. Un recyclage sera donc nécessaire. Certains constructeurs proposent pour ce recyclage d'installer un convoyeur central motorisé de part et d'autre duquel se trouve un convoyeur à rouleaux libres. Les colis à préparer sont déviés automatiquement d'un côté ou de l'autre. Le préparateur concerné pousse les colis dans le sens opposé au sens de circulation des colis sur le convoyeur central. Il remplit le colis et le repousse à la main sur le convoyeur central. Si le colis nécessite de passer dans la gare opposée, il pourra le faire puisqu'il est revenu en amont de l'aiguillage. Cette disposition a le mérite d'avoir des recyclages courts et d'être très économique. En revanche, il ne faut pas oublier de dire qu'un même colis peut emprunter trois fois le même tronçon de convoyeur (voir la figure 12.7 solution 2) et que le débit nominal est donc divisé par trois. Un convoyeur standard admet généralement 1 200 colis/heure. Cette implantation réduira le débit à 400 colis/heure.
- La gestion des saturations. Quelle que puisse être la qualité de l'étude statistique faite pour équilibrer la charge des différents postes, on assistera à des saturations instantanées. Ce point montre tout l'intérêt d'avoir des postes qui permettent l'accumulation d'un certain nombre de cartons en attente de remplissage. Pour gérer ces saturations, deux solutions existent. La première consiste à stopper le convoyeur de circulation en amont de la saturation constatée et à le redémarrer à la disparition de cette saturation. Cette façon de faire est simple, donc économique, elle met en

évidence le problème. Par contre, elle risque de réduire certains postes à l'inactivité par manque de cartons. La seconde solution conduit à recycler les cartons qui n'ont pas pu pénétrer dans le poste saturé et à les représenter après un tour de boucle. Ce recyclage entraîne des convoyeurs et des aiguillages supplémentaires et donc augmente les surfaces et les budgets. Par ailleurs, il ralentit la rafale, il masque les problèmes et cela peut conduire à une saturation totale de l'atelier.



Solution 1



Solution 2

Figure 12.7 – Trajet des cartons

- L'entraide. Autre point important à définir : demandera-t-on à un préparateur non surchargé d'aider son voisin victime d'une saturation momentanée ? Cela implique un bon esprit dans l'équipe, cela permet de minimiser les risques évoqués au paragraphe précédent mais cela oblige à prévoir une gestion adaptée des micro-terminaux de PCAO, si les postes en sont équipés.
- Le convoyeur d'évacuation des cartons ou des bacs vides. Il est à dimensionner comme les autres et à placer soit au sol sous les précédents soit au-dessus. Cette dernière solution est difficilement acceptable pour les bacs et elle implique de jeter les cartons quelquefois assez haut. En effet, les cartons vides et ouverts ont une fâcheuse tendance à se coincer et à s'accumuler à chaque changement de direction. Il faut donc prévoir des rives d'une hauteur certaine.
- Les équipements de formage, de calage et de fermage des cartons. Il convient de ne pas sous-estimer leur encombrement d'autant plus que, comme ils sont très bruyants, une cabine d'insonorisation s'impose. Malgré la cabine, il faut tenter de les implanter aussi loin que possible des préparateurs et autres magasiniers. Si l'on a décidé d'utiliser plusieurs formats de cartons clients et/ou si la cadence l'exige, il peut s'avérer nécessaire de disposer plusieurs équipements en parallèle.

7.4 La préparation « Grande Vitesse »

Ce dimensionnement est simple, il dépend du nombre de palettes à traiter simultanément. L'essentiel est de ne pas l'oublier, si l'activité de l'entrepôt le nécessite.

7.5 Quelques chiffres

Le recueil des données concernant la productivité des prélèvements est toujours un sujet difficile, quelquefois même polémique. Le mot même de « productivité » est tabou dans certaines sociétés. Les valeurs données ci-dessous doivent être prises avec une extrême prudence. Il est courant d'observer des variations, allant de un à trois, entre les temps mis par les équipes de différents sites pour effectuer des opérations identiques. Bien sûr, il faudra tenir compte de nombreux facteurs de correction : distances à parcourir, poids des cartons, existence ou non de SPCB, etc.

Voici quelques indications sur des temps opératoires moyens communément observés pour un opérateur :

- prélèvement de palettes en palettier : 15 à 25 palettes/heure
- prélèvement de cartons en palettier, avec chariot préparateur : 80 à 120 cartons/heure
- prélèvement de cartons sur dynamiques palettes, pose d'étiquettes et dépose sur convoyeur de drainage : 300 à 500 cartons/heure
- prélèvement de cartons sur dynamiques, sans pose d'étiquettes et dépose sur convoyeur de drainage : 400 à 600 cartons/heure
- prélèvement d'UV en casiers, déplacement à pied : 60 à 80 UV/heure
- prélèvement d'UV en dynamiques à poste fixe : 220 à 450 UV heure
- prélèvement d'UV en dynamiques à poste fixe, avec PCAO : 300 à 600 UV/heure

- performances des convoyeurs de cartons ou bacs (cadence maximale possible de déviation vers un poste) : 1 200 cartons/heure
- performances d'une formeuse : 600 à 3 000 cartons/heure, suivant la typologie du carton.

La figure 12.8 montre une vue d'un atelier de préparation détail du constructeur Samovie automatisé par la société MTR.

8. La zone de consolidation

Cette zone est destinée à regrouper l'ensemble des préparations concernant la même commande. Certains magasins s'en dispensent et cela pour plusieurs raisons. Si la majorité des commandes traitées ne fait qu'une seule ligne, il peut être décidé que, lorsqu'une commande comporte plusieurs lignes, le client reçoive plusieurs colis séparés.

Il peut aussi être décidé que les transporteurs se chargeront de cette tâche de regroupement.

Enfin, en cas de transfert automatique des préparations vers les zones en aval, le système de manutention peut se terminer par un trieur qui effectuera, au moins en partie, ces regroupements. Ce trieur peut être constitué simplement d'une série d'aiguillages divergents ou par des équipements beaucoup plus performants qui seront étudiés plus loin.

9. Les zones d'emballage

Quand la fonction emballage est nécessaire, elle peut être située dans la zone de consolidation précédente. L'emballage peut être entièrement manuel, assisté par quelques équipements ou automatisé. Les surfaces à prévoir dépendront directement des solutions envisagées.

Dans tous les cas, le stockage à proximité des articles de conditionnement ne doit pas être oublié, de même que les périphériques informatiques destinés à l'édition des étiquettes et éventuellement des différents bordereaux.

C'est dans cette zone que les dispositifs de houssage ou de banderolage de palettes seront implantés si le besoin en a été exprimé. Le traitement des palettes ne pourra avoir lieu que lorsque toutes les opérations de contrôle auront été effectuées.

10. Les zones de contrôle départ

Le contrôle des expéditions consiste à vérifier :

- les références des articles présents
- et que leur nombre correspond bien aux quantités de la commande client.

Dans le cadre d'une action qualité totale de l'entrepôt et si une commande n'est traitée que par un seul préparateur, ce contrôle au départ est souvent supprimé. S'il ne l'est pas, des dispositions peuvent être prises pour le faciliter.

Une solution passe par le contrôle du poids. Cette disposition a été développée plus haut. Une autre solution passe par l'identification automatique des articles. Si chaque article est muni d'une étiquette d'identification à codes à barres, le contrôleur peut saisir ces informations à l'aide d'un lecteur. Ce lecteur est relié au calculateur qui compare alors la liste des articles identifiés à la liste des articles attendus. Ce type de contrôle détecte toutes les erreurs.

Pour la définition des surfaces à réserver à cette fonction, il est nécessaire de prendre en compte une zone tampon permettant de désynchroniser l'arrivée effective des articles en provenance du magasin et le contrôle proprement dit. Les tables de travail, les bascules et les périphériques informatiques ne doivent pas être oubliés.

11. Les zones d'attente de départ

Il y a trois raisons au moins pour que la préparation des expéditions soit terminée sensiblement avant l'arrivée du véhicule d'enlèvement, d'où la nécessité d'avoir des zones de stockage relativement importantes.

Parmi ces raisons, il y a les aléas qui peuvent survenir lors de la préparation, il faut donc prendre une marge de sécurité ; ensuite il y a les aléas que peuvent subir les transporteurs et qui les feront arriver en retard ; il y a surtout la nécessité de lisser l'activité des préparateurs. Et pour cela les plages horaires réservées à la préparation pourront être sensiblement différentes de celles réservées aux enlèvements, plus longues et décalées.

Une zone d'attente particulière peut être dédiée aux commandes dites « à délai » ou aux commandes export. Les palettes correspondantes peuvent séjourner plusieurs jours, voire plusieurs semaines, le temps d'établir les documents douaniers, de vérifier la solvabilité des clients, d'organiser un transport spécial, etc.

La surface des zones d'attente correspondra aux surfaces des plates-formes des véhicules. Elles seront matérialisées par un contour à la peinture blanche pour faciliter le travail des caristes et aider au respect de l'organisation de la zone. Ces surfaces sont séparées des zones de circulation. Ces allées doivent permettre l'évolution très aisée des transpalettes qui effectueront le chargement des véhicules. Une réduction de la largeur de ces allées aurait une répercussion directe sur les temps de chargement. Elles devront être d'environ trois mètres.

Si la taille des quais ainsi que les accords pris avec le ou les transporteurs le permettent, des remorques peuvent être mises à quai pendant les périodes de préparation. De cette façon, les préparations seront chargées immédiatement dans les remorques dès qu'elles seront disponibles. Cette disposition mobilise une position de quai, mais elle libère des surfaces intérieures et évite une reprise de charge.



Figure 12.8

13

LA CONCEPTION GLOBALE AVEC LES ZONES ANNEXES

Les deux zones principales, stockage et préparation de commandes, ayant été définies avec leur amont et leur aval, il convient maintenant de préciser les zones annexes et de consolider l'ensemble dans une implantation générale.

Un auteur hollandais écrivait récemment que les magasins d'hier étaient conçus en terme de compacité alors que les entrepôts de demain devraient l'être en terme de réactivité. Cela paraît éminemment discutable. Les deux objectifs, non seulement ne sont pas incompatibles, mais au contraire la diminution bien comprise des distances et des volumes devrait améliorer les temps de réponse.

1. LE STOCKAGE DES PALETTES VIDES

Bien que les assureurs répugnent à voir un stock de palettes vides à l'intérieur de l'entrepôt, l'exploitation exige un « minimum vital ». Il y a lieu de leur prévoir une zone spécifique où elles seront stockées provisoirement, gerbées au sol ou en palettier (la solution la plus dangereuse en terme de risque d'incendie). Le système d'extinction automatique sera particulièrement soigné à cet endroit (e.g. sprinkler ESFR notamment).

2. LES ALLÉES DE CIRCULATION

Les allées destinées à la circulation simultanée des hommes et des engins doivent avoir des largeurs minimales pour assurer la sécurité des personnes. Dans le cas du passage d'un seul engin, la largeur de l'allée doit être égale à la largeur de celui-ci augmentée d'un mètre. Dans le cas où deux engins peuvent se croiser, la largeur de l'allée doit être égale à la somme des largeurs des deux chariots augmentée de 1,40 mètre.

Sur certains sites, les responsables de la sécurité interdisent purement et simplement la cohabitation des engins et des piétons. Cette obligation conduit au doublement de certaines voies de circulation et à la mise en place de barrières de sécurité ou de passerelles.

3. Les circulations de sécurité

Les circulations de sécurité peuvent influencer le projet d'implantation du nouveau magasin par les contraintes qu'elles imposent. Elles sont conçues pour permettre l'évacuation du personnel en cas de sinistre. La largeur de ces allées doit être au moins de 80 centimètres. Il est fortement conseillé par ailleurs que ces passages soient eux-mêmes protégés par une rambarde, si elles empruntent le même parcours que les allées de circulation d'engins.

Aucun point de l'entrepôt et notamment du palettier ne doit être éloigné de plus de 50 mètres d'une issue de secours. Cette disposition peut imposer la neutralisation d'emplacements de stockage au niveau du sol dans le palettier, pour créer un passage d'au moins 80 centimètres de large aboutissant aux issues. Par ailleurs, ces passages doivent être balisés et munis d'une protection haute prévenant la chute d'objets stockés aux niveaux supérieurs.

4. Les magasins traversants et les quais départ

Exceptionnellement, les quais départ peuvent être situés sur la façade opposée à celle des quais d'arrivée. La seule justification à une séparation des deux quais est l'interdiction de faire se côtoyer des articles en entrée qui n'ont pas encore subi les contrôles voulus et des articles au départ. Cette disposition est quelquefois imposée dans des entrepôts pharmaceutiques notamment ceux qui ne maîtrisent pas encore parfaitement l'identification automatique ; ce qui va logiquement de pair avec la gestion physique de la quarantaine.

Intellectuellement, il est tentant de concevoir un cheminement des flux en ligne droite : arrivée, stock de masse, stock avancé et départ ; malheureusement il n'y a aucune justification économique à cette disposition.

En effet, qu'il s'agisse de structures comme le quai, la zone de manœuvre des véhicules, ou d'équipements de manutention, chariots ou transpalettes, l'arrivée et le départ exigent le même type de moyens. Par ailleurs, l'arrivée et le départ ont naturellement lieu à des périodes différentes de la journée. Si ce n'était pas le cas, il demeure toujours possible d'imposer certains horaires aux transporteurs.

Ainsi, des investissements lourds comme les quais pourront être amortis beaucoup plus rapidement, puisque sollicités plus longtemps dans la journée. Les chariots et transpalettes ne seront pas non plus prévus en double ou occupés à des va-et-vient stériles entre les deux zones d'arrivée et de départ. Aucune synergie n'est possible dans les solutions traversantes.

Le magasin traversant présente d'autres inconvénients. Les gains en déplacement, que l'on peut attendre d'un zonage par classes ABC, sont considérablement réduits sinon nuls puisque pour tous les articles la somme des trajets d'entrée et des trajets de sortie est constante.

Une livraison immédiate (cross docking) doit, dans le cas d'un magasin en "I", traverser tout le magasin ; alors que pour un magasin en "U" les articles ne quittent pas les quais.

Le magasin traversant ne permet pas de profiter de l'optimisation apportée par les cycles combinés puisque les entrées et les sorties sont confiées à des équipes différentes.

Dans le cas du magasin traversant, l'annulation d'une commande qui survient alors que la préparation est terminée impose une nouvelle traversée inutile pour revenir à la zone d'entrée.

Cela vaut aussi pour les hommes, bien sûr, puisque l'activité est la même. Enfin, le nombre de magasiniers et préparateurs ne justifie généralement pas deux structures d'encadrement ; aussi la hiérarchie sera-t-elle plus proche de ses équipes si les quais d'arrivée et départ sont confondus ou mitoyens.

Cette disposition ne doit pas entraîner pour autant des croisements de flux. Au lieu d'être en ligne droite, le magasin sera en "U". Il est à noter que, lorsque le magasin nécessite de nombreux quais, certains d'un côté peuvent être affectés en permanence aux arrivées, ceux du côté opposé aux départs. Ceux du milieu seront utilisés alternativement pour une activité ou l'autre, en fonction des heures et des besoins.

5. Les locaux techniques

Un entrepôt nécessite quelques annexes techniques, et la conception doit leur réserver les surfaces correspondantes et les implanter judicieusement.

5.1 Local de charge batteries

Beaucoup d'entrepôts ne disposent pas d'un local affecté à cet usage. Les chargeurs sont installés dans un coin du magasin. Quelquefois même les chariots à grande hauteur ne peuvent pas approcher cette zone et les batteries doivent, à chaque cycle, être extraites des équipements et transportées à proximité des chargeurs. Cela entraîne un manque de productivité certain et la quasi-impossibilité d'entretenir correctement le sol du magasin à cause des débordements d'acide.

Un entrepôt bien conçu doit disposer d'un local spécifique. Il devra être à proximité immédiate du magasin pour éviter toute perte de temps et, dans le cas d'utilisation de chariots électriques à grande hauteur, permettre à ceux-ci de rentrer dans le local sans exiger des surélévations de toiture trop conséquentes. Les chargeurs seront fixés au mur ou posés sur des socles, à une hauteur ergonomique qui permette des lavages aisés du sol. Le sol et le bas des murs, jusqu'à une hauteur d'au moins 40 centimètres, auront un revêtement anti-acide.

Enfin, la surface du local et son implantation rationnelle autoriseront la libre circulation de n'importe quel chariot, alors que les autres sont stationnés et en charge.

La sécurité impose, par ailleurs, d'autres contraintes qui seront développées dans le chapitre consacré à ce sujet.

Une nouvelle génération de batteries, les batteries au gel, devrait permettre, à court terme, de s'affranchir de bon nombre de ces contraintes. Ce point sera développé plus loin.

5.2 Local de maintenance

Comme dans toute unité industrielle, il est conseillé de prévoir un (ou plusieurs si le site est d'importance) atelier de maintenance et un stock avancé de pièces détachées propres aux équipements du magasin. Sa surface sera au minimum de l'ordre de 15 à 25 mètres carrés. Si la conception s'oriente vers un stockage à grande hauteur, il sera judicieux de penser à un treuil accroché en toiture et destiné aux montages et démontages éventuels des mâts de chariots. D'une capacité de l'ordre de cinq tonnes, il s'agira d'un investissement peu coûteux s'il est prévu dès l'origine. Ce point ne fait pas forcément double emploi avec celui à prévoir au quai d'arrivée. Cela dépend de la distance séparant les deux zones.

5.3 Local informatique

La nécessité d'un local informatique dépend de l'autonomie de l'entrepôt ou de son appartenance à un site déjà pourvu. S'il existe déjà sur le site une salle informatique, le calculateur de gestion du magasin y sera le bienvenu. Dans le cas contraire il y a lieu de prévoir une implantation locale. De toute façon un certain nombre de terminaux écrans claviers et d'imprimantes devra être implanté sur place.

5.4 Local électrique

Les puissances électriques à mettre en œuvre justifieront sans doute l'implantation d'un local de distribution électrique, voire d'une sous-station moyenne tension.

5.5 Local des équipements de sécurité

Si le stockage est à grande hauteur, quel que soit l'avis des administrations locales compétentes et des pompiers responsables, les assurances exigent de plus en plus souvent un réseau automatique de protection incendie à eau pulvérisée sous pression (sprinkler). Non seulement les rampes d'aspersion ont une répercussion sur le volume même du palettier ; mais l'installation d'un tel système nécessite un local réservé aux groupes compresseurs et une réserve d'eau, dite « inépuisable » extérieure ou de plus en plus souvent intérieure. Elle devra bien sûr être maintenue hors gel si elle est installée à l'extérieur.

5.6 Compacteur

Dans la majorité des magasins, le traitement des emballages et palettes perdues s'impose. Il y a donc lieu de prévoir les surfaces nécessaires au stockage provisoire de ces déchets et à l'installation éventuelle d'un système de compactage. L'incinération locale est désormais interdite. L'existence de volumes significatifs de déchets plastiques imposera sans aucun doute une benne spécialisée et un tri amont.

5.7 Divers

Si l'entrepôt est complètement autonome, il peut être nécessaire de prévoir d'autres locaux comme une chaufferie, etc.

6. Les bureaux et salles de réunion

Un certain nombre de bureaux doit être prévu à proximité immédiate du magasin et si possible dans le même bâtiment. Ils devront abriter :

- le responsable
- les magasiniers chargés de tâches administratives
- les employés chargés des opérations douanières

et éventuellement :

- l'adjoint du responsable
- le secrétariat
- les représentants détachés par les transporteurs (régulateurs).

Les normes habituelles des surfaces de bureaux vont, suivant la rigueur des sociétés, de 9 à 12 mètres carrés par personne. Le bureau du responsable aura de 15 à 20 mètres carrés pour l'accueil des visiteurs et la tenue de réunions de travail.

Un site important peut nécessiter une ou deux salles de réunion.

Le chapitre « ressources humaines » donne une idée du personnel à prévoir.

7. Les locaux sanitaires et sociaux

7.1 Personnel de l'entreprise

La conception ne devra pas oublier l'utilité ou l'obligation de disposer sur le site de :

- salle à manger éventuelle (avec un moyen de réchauffer des repas) ou une unité de restauration à moins qu'un restaurant d'entreprises mutualisé existe à proximité, sur la zone industrielle
- vestiaires
- douches
- W.C.

(Pour ces fonctions, il faut tenir compte de l'éventuelle mixité des équipes qui peut amener au doublement des installations.)

- salle de repos (avec une machine à café et un local fumeurs adapté) pour les magasiniers
- un local par syndicat avec, de préférence, un accès par l'extérieur.

La conception et le dimensionnement de tous ces locaux doivent respecter les instructions du code du travail et sont de la compétence d'un architecte ou d'un bureau d'études spécialisé et non plus d'un logisticien.

7.2 Chauffeurs de l'extérieur

Pour les chauffeurs, la réglementation exige maintenant un local spécifique conçu pour le repos. Cette salle devra donc être située à proximité des quais et avoir un accès par l'extérieur.

8. L'implantation générale

8.1 La multiplicité des solutions

Chaque atelier ou zone ayant été dimensionné, le travail va consister maintenant à les juxtaposer de la façon la plus judicieuse possible. L'équipe de conception doit s'attendre à dessiner et redessiner de multiples implantations du magasin projeté. Il est courant d'avoir entre dix et vingt solutions successives. Elles vont permettre de comparer les circulations, les taux d'occupation, les performances permises aux différents engins de manutention, l'esthétique du bâtiment, les surfaces respectives des différents scénarios, etc. Le découragement ne doit pas être de mise. La figure 13.1 montre l'implantation d'un modeste entrepôt.

8.2 L'indice logistique

Il existe un outil méthodologique qui aide à comparer les performances de plusieurs solutions : il s'agit de l'indice logistique. Cet indice se calcule, pour chacun des flux principaux, en multipliant le nombre d'unités de manutention par la distance moyenne parcourue. Pour chaque solution, on additionne les indices de tous les flux pour obtenir un indice global. La comparaison des indices globaux des différentes solutions permet de juger celles qui paraissent les plus pertinentes.

9. Cas particuliers

Sans aborder le problème de lieux de stockage tout à fait spéciaux comme ceux accueillant des explosifs ou des carburants, certains centres de distribution moins extraordinaires présentent néanmoins des contraintes spécifiques comme les entrepôts frigorifiques, les entrepôts pharmaceutiques ou les entrepôts de denrées animales destinées à la consommation.

9.1 Les entrepôts frigorifiques

Les entrepôts frigorifiques, notamment ceux qui accueillent des produits surgelés à – 27° C (ce qui implique des zones à – 30° C, voire moins) présentent les particularités suivantes :

- les aciers utilisés doivent correspondre à la gamme de température sinon ils sont cassants
- les lubrifiants utilisés doivent aussi être adaptés

- les serrages doivent tenir compte de la constriction des matériaux lors de la mise en froid.

Ces trois points techniques sont beaucoup moins contraignants qu'on pourrait le penser de prime abord. Quelques grands constructeurs possèdent suffisamment de références dans le domaine du froid et du grand froid pour rassurer quant à la faisabilité des projets et quant à leur compétence.

Les problèmes d'installation sont moins connus et sans doute plus gênants en particulier pour les opérations de maintenance ou d'extension. En cas d'intervention dans un local grand froid deux points sont à observer :

- les matériaux à mettre en œuvre devront être préalablement mis en température
- les ouvriers doivent revenir dans une ambiance à température normale dix minutes toutes les heures.

Ces deux contraintes ont un impact sur les temps de montage de façon significative et donc, *ipso facto*, les coûts.

9.2 Les entrepôts pharmaceutiques

Les problèmes spécifiques de l'entrepôt pharmaceutique semblent être plus d'ordre culturel que technique. L'industrie pharmaceutique a été pionnière dans la maîtrise de la qualité et comme tous ceux qui ont été en avance sur leur temps, elle présente une certaine tendance à s'endormir sur ses lauriers.

Par ailleurs, le temps qui sépare la découverte d'une molécule et la délivrance de l'autorisation de mise sur le marché correspondante est de l'ordre de dix ans. Ce « time to market » extrêmement long (presque trois fois celui de l'industrie automobile qui est déjà considérable) donne à la profession une échelle des temps notoirement atypique. Ce qui explique, sauf exception bien sûr, des retards sensibles dans la reconnaissance du métier de logisticien et de son importance dans la chaîne complète, dans les moyens mis en œuvre pour assurer la traçabilité, dans l'utilisation généralisée de l'identification automatique, etc.

Historiquement enfin, il s'agissait d'un métier n'ayant pas de contraintes économiques fortes, même si cela tend à disparaître. Aussi, est-il quelquefois difficile, dans cette profession, de justifier des solutions automatiques en invoquant seulement la notion de retour sur investissement.

En dehors de cet environnement culturel un peu particulier, il existe des contraintes de procédure. Celles-ci sont codifiées dans les « Bonnes Pratiques de Distribution », texte élaboré par la profession et l'Agence du médicament. Hormis quelques points particuliers, la rédaction de cette réglementation s'exprime plus en obligation de résultats qu'en obligation de moyens. Théoriquement donc cela laisse le champ libre à la créativité du concepteur. À noter, une nouvelle contrainte qui impose que l'entreposage des produits pharmaceutiques ne se fasse pas à une température supérieure à 25° C.

9.3 Les entrepôts de denrées animales

Dans le même esprit que les BPD mentionnées ci-dessus, le Ministère de l'Agriculture, de la Pêche et de l'Alimentation a édicté l'arrêté du 3 avril 1996 fixant les conditions d'agrément des établissements d'entreposage des denrées animales et d'origine animale. Ce texte rappelle notamment, dans ses annexes, les températures maximales autorisées en fonction de la nature des produits.

Un certain nombre d'associations professionnelles ont élaboré un guide des bonnes pratiques logistiques pour les denrées périssables et autres produits alimentaires en flux tendus. Ce texte est disponible auprès de l'ALESIAL dont les coordonnées sont mentionnées au chapitre des adresses utiles. Il est orienté transport mais l'entrepôt s'interface fortement avec le transport, aussi ce document peut-il intéresser le concepteur.

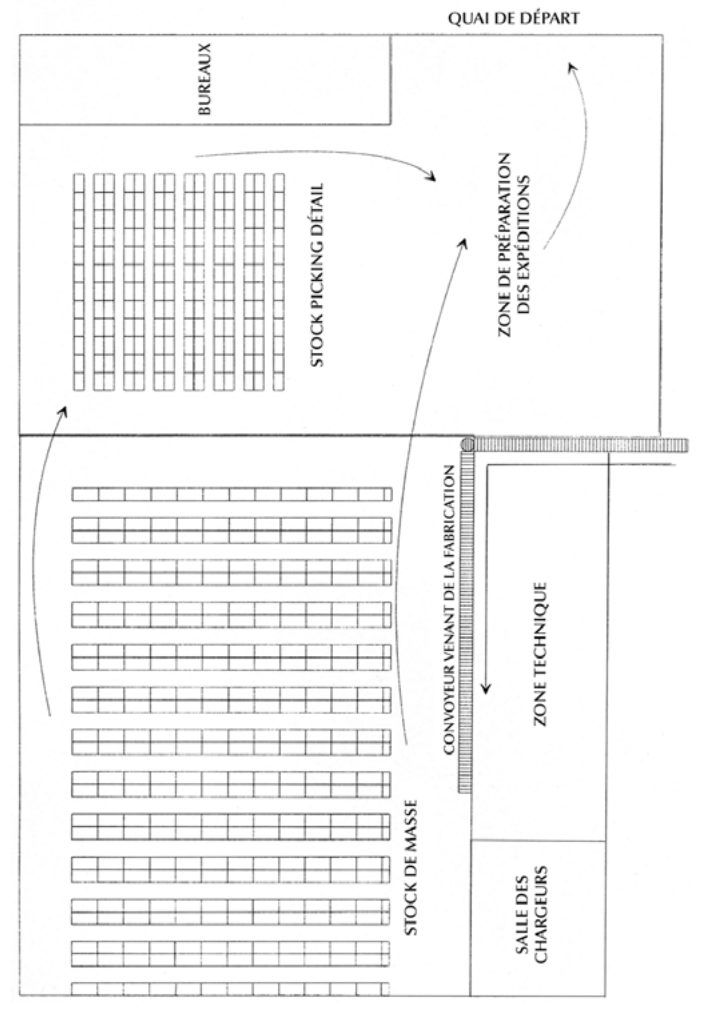


Figure 13.1 – Exemple d'implantation d'un magasin

14

Le choix du terrain

L'abord de ce sujet pourrait sembler un peu tardif à certains. Mais, dans une démarche idéale, sans contrainte de temps, c'est seulement lorsque l'on connaît la surface du bâtiment et sa forme que l'on pourra définir la forme et la surface du terrain. C'est pour cette raison que ce chapitre se situe ici.

Malheureusement, le plus souvent, l'étude de l'entrepôt devra prendre en compte les contraintes d'un terrain déjà choisi, voire déjà acquis.

1. Les qualités requises du terrain

Parmi les caractéristiques que l'on attend d'un terrain destiné à accueillir un entrepôt on peut citer :

- une superficie appropriée (environ deux fois la surface des bâtiments que l'on vient de calculer. Le POS varie d'une commune à l'autre et le COS d'une zone à l'autre)
- une forme s'adaptant à l'empreinte de la construction projetée et aux zones de circulation
- des caractéristiques géophysiques (des fondations spéciales ou une substitution de terrain peuvent entraîner des surcoûts très importants)
- une certaine planéité (dans certains cas, une forte déclivité peut être un avantage : accès facile de véhicules à deux niveaux du bâtiment, atténuation de l'effet « grande hauteur » dans le cas de sites protégés, etc.)
- la non-inondabilité (certaines assurances préconisent un niveau supérieur d'au moins un mètre à la hauteur des crues centennales des rivières avoisinantes)
- le prix du m^2
- le montant des taxes locales et professionnelles (en région parisienne, elles peuvent varier du simple au double d'une commune à l'autre).

2. Les qualités requises de l'environnement

Les données concernant l'environnement du terrain sont également à prendre en compte, comme :

- proximité d'un réseau routier et autoroutier permettant d'acheminer le trafic des camions dans les conditions requises
- proximité d'un aéroport
- accessibilité garantie en cas d'intempéries
- proximité des réseaux divers : électricité, eau, téléphone
- proximité des réseaux d'incendie
- proximité d'une caserne de pompiers
- desserte par des transports en commun
- proximité d'infrastructures existantes : restaurant d'entreprises, médecine du travail, services de gardiennage, équipement sociaux divers, etc.

15

LE BÂTIMENT

Il ne s'agit ici que d'aborder quelques points et de donner quelques ordres de grandeur pouvant intéresser le logisticien dès le début de la conception avant que les architectes et les spécialistes du bâtiment ne soient sollicités.

1. LA CONSTRUCTION

1.1 La hauteur utile

De plus en plus souvent les règlements de zones imposent des hauteurs maximales de bâtiment. À partir de cette contrainte, l'étude doit définir la hauteur maximale utile pour le stockage. Si l'on veut éviter de reprendre son projet, il convient de ne pas omettre l'empilage des dimensions suivantes :

- hauteur de la rambarde de sécurité récemment imposée : 1 mètre
- pente du toit : quelques pour cent (2 à 4 %)
- la hauteur des poutres : souvent de 0,6 à 1 m en fonction de la technologie employée et du pas des poteaux
- hauteur de la distribution sprinkler (30 à 40 cm)
- espace libre entre les têtes sprinkler et le haut des charges : 1 m.

Ces valeurs sont suffisamment importantes pour que l'on précise toujours la hauteur dont il est question : hauteur totale du bâtiment, hauteur de l'acrotère, hauteur libre sous fermes, hauteur libre sous sprinkler, hauteur du dernier plan de pose, etc.

1.2 Le concept

Pour la partie purement stockage de l'entrepôt la question se pose de plus en plus souvent : quelle est la meilleure solution bâtiment conventionnel ou « bâtiment parapluie » ? Habituellement, la réalisation d'un entrepôt conventionnel débute par la construction du bâtiment dans lequel, ensuite, le palettier est installé. Le concept du « bâtiment parapluie » procède de la démarche rigoureusement inverse.

La dalle est coulée et, sur celle-ci, on monte, immédiatement, le palettier. Ce dernier supporte ensuite la toiture et les bardages latéraux. Les calculs de structure sont, bien sûr, totalement différents pour tenir compte de ces nouvelles contraintes.

Les avantages de cette solution se situent sur plusieurs plans :

- le plan technique. Cette solution est bien adaptée au stockage de charges lourdes car les descentes au sol sont mieux réparties. Par ailleurs, les dimensions du bâtiment sont un peu réduites.
- le plan économique. Au-delà d'une certaine hauteur (de 23 à 25 mètres), le budget total de cette solution peut s'avérer inférieur au budget d'une solution traditionnelle.
- le plan fiscal. Dans une solution de type « bâtiment parapluie », le palettier entre sous la rubrique des biens immobiliers et donne donc droit à une durée d'amortissement de 20 ou 25 ans.

Les inconvénients de cette solution sont principalement :

- un allongement des délais : le palettier doit faire l'objet d'une étude et d'une fabrication particulières et surtout il doit être complètement installé avant que les opérations de montage de la toiture et du bardage ne puissent commencer.
- un manque d'évolutivité : il devient extrêmement difficile, voire impossible, de modifier la hauteur des alvéoles par déplacement de lisses.

1.3 Les charpentes

Une autre question toujours posée concerne la nature de la charpente : métallique ou béton ?

La charpente béton présente les deux avantages d'avoir une bonne résistance au feu et de ne nécessiter que très peu d'entretien. Cette solution peut, dans certains cas, éviter l'installation d'un système sprinkler. L'incidence économique devient alors importante. C'est la solution préférée, sans conteste, des assureurs et des pompiers.

La charpente métallique est souvent une solution plus économique, moins encombrante et nécessitant des délais plus courts de montage. Comme elle est plus légère, elle peut aussi demander des fondations plus modestes.

2. Les sols

La qualité des sols est d'une telle importance dans les magasins de grande hauteur qu'il est impossible de ne pas aborder le sujet ! Ceci est d'autant plus vrai qu'il s'agit d'allées étroites et de positionnement automatique ou semi-automatique de chariots. En effet, que ce soit par ignorance ou par souci inconsidéré d'économie sept magasins de grande hauteur sur dix ont ou ont eu des problèmes de sol. Ces problèmes peuvent aller jusqu'à la démolition et la réfection complète de la dalle. Il convient donc d'être particulièrement vigilant.

Les contraintes de qualité imposées au sol le sont à la fois par les palettiers et par les chariots à grande hauteur. Elles sont de natures différentes et très difficiles à satisfaire. Seuls les vrais spécialistes dallagistes, quelques entreprises seulement en France, y parviennent.

Paradoxalement, les tolérances sont plus grandes quand il s'agit de transtockeurs ; en effet, les défauts du sol peuvent être corrigés par un calage du seul rail de roulement. Ce calage permet de corriger de petites inégalités locales. Il se pratique à l'aide d'un béton spécial sans retrait.

Ces exigences sont telles que, lors de la phase réalisation, les contrôles devront être aussi effectués par des spécialistes, organismes de contrôle ou géomètre expert, équipés du matériel de métrologie adapté comme la visée laser.

Les recommandations de la Fédération Européenne de Manutention, FEM 9.831, récapitulent l'ensemble de ces exigences. La norme DIN 1045 s'intéresse à la résistance des sol et la norme DIN 18202 à leur planéité.

2.1 Résistance aux pressions

Les palettiers reposent au sol par l'intermédiaire de semelles fixées sous les pieds des échelles. Ces semelles ont obligatoirement des dimensions restreintes de l'ordre de 200 à 300 centimètres carrés. Les pressions au sol se situent souvent entre 20 et 40 daN par centimètre carré.

Les chariots à fourche tridirectionnelle, lorsque la fourche est chargée et en extension dans une alvéole, sont déséquilibrés et leur poids repose principalement sur le galet avant du côté de la fourche. Les descentes sont alors de plusieurs tonnes sur une seule roue.

Les résistances demandées au poinçonnement varient, suivant les constructeurs, les hauteurs, les modèles de chariot et le type de galets, de 40 à 70 daN par centimètre carré.

2.2 Planéité

Les exigences des constructeurs de chariots et celles des fournisseurs de palettiers sont les mêmes : au-delà d'une hauteur de stockage de 6 à 7 mètres, aucune dénivellation supérieure à 2 millimètres sous la règle de 2 mètres. Certains tolèrent quelquefois 3 mm ; mais attention au laxisme !

2.3 Horizontalité

Les exigences sont là encore plus draconiennes. Les fournisseurs de palettiers réclament des différences d'altitude inférieures ou égales à 2 millimètres pour 2 mètres dans toutes les directions, avec une pente maximum de 1 millimètre par mètre. Les constructeurs de chariots et de palettiers exigent des inégalités inférieures de 10 à 20 millimètres par allée.

2.4 Entretien

Lors du choix des chariots, une attention particulière sera accordée à leurs bandages. Combien de sols de magasin sont en effet maculés d'innombrables traces de freinage noirâtres. Il est toujours difficile de les supprimer même si des dallagistes ont mis au

point des produits d'entretien adaptés. Certains bandages ne marquent pas, ou beaucoup moins, que les bandages conventionnels.

2.5 Reprise de non-conformités

Il est possible de rattraper quelques petites surépaisseurs bien localisées par un rabotage à l'aide de meules diamantées. Il est, par contre, impossible de corriger des inégalités plus conséquentes. De multiples tentatives ont été faites pour pratiquer un ragréage à base de résines synthétiques. On ne connaît pas de sites où la tenue dans le temps de ce type de traitement, par ailleurs fort coûteux, ait été satisfaisante.

Partie 4

Les différents équipements

16

Les équipements statiques

1. Les palettiers

1.1 La structure des palettiers

Ces rayonnages à palettes, que l'on appelle souvent racks, ont des structures, et même des couleurs, voisines quels que soient les constructeurs. Ils sont constitués d'échelles verticales sur lesquelles viennent s'agrafer les lisses horizontales. Les différences se situent dans les profils des montants des échelles qui ont plus ou moins de plis pour leur assurer davantage de rigidité, dans les nuances et les épaisseurs des aciers utilisés, dans le pas des perforations d'accrochage des lisses et dans le mode d'assemblage des échelles par soudure ou boulonnage. Le nombre de plis va de sept à douze suivant les catalogues.

Les lisses sont très souvent de couleur orange ou d'une autre couleur vive afin de les rendre plus visibles aux caristes au sol.

L'épaisseur des échelles est de l'ordre de 100 millimètres (de 80 à 120). La hauteur des lisses de 50 à 160 millimètres, en fonction du profil des constructeurs, de la charge, de la flèche acceptée et de la largeur des alvéoles.

La longueur maximale des échelles est fixée par la taille des installations de peinture et par les moyens de transport. La galvanisation des montants permet d'obtenir des longueurs plus importantes, supérieures à dix mètres. L'éclissage des tronçons d'échelle ne présente aucun inconvénient particulier quant à la résistance. Cependant, il faut qu'il soit réalisé correctement, dans l'aile des profilés, pour que les boulons ou écrous n'empiètent pas sur les jeux fonctionnels. Ceci est d'autant plus impératif dans le cas d'un stockage automatique.

Les catalogues offrent des largeurs d'échelles et des hauteurs de lisses standards desquelles il ne faudra pas s'écarter en phase de réalisation, sous peine d'avoir des surcoûts difficiles à justifier.

Les pieds des échelles reposent au sol par l'intermédiaire des semelles qui améliorent la stabilité et répartissent les charges. Les petites irrégularités du sol sont rattrapées par des cales métalliques. Ce calage doit rester minimal ; c'est pourquoi les

contraintes imposées au dallagiste sont serrées. Il est communément admis qu'au-delà de quelques millimètres, le calage justifie un surcoût.

Les semelles possèdent deux ou trois trous prévus pour la fixation au sol. Ces fixations ont pour seule utilité d'éviter le ripage du pied en cas de léger choc d'un chariot. Elles n'ont pas pour rôle de participer à la stabilité de l'ensemble du palettier. Il est donc ridicule et dangereux d'exiger d'un monteur qu'il place plus d'une fixation par pied. Les chevilles ayant une longueur de l'ordre de quinze centimètres, plusieurs forages très près les uns des autres ne peuvent que fragiliser le sol. Si la semelle possède plusieurs perçages, c'est pour faciliter l'accessibilité et pour autoriser une seconde tentative dans le cas où le premier essai tombe sur un fer de l'armature de la dalle.

Les largeurs des alvéoles sont habituellement choisies pour recevoir deux palettes quand elles sont stockées avec le côté 1200 millimètres en façade, et trois palettes quand c'est le côté 800 millimètres. Quand les charges sont très lourdes, il peut être préférable de concevoir des alvéoles d'une seule palette plutôt que de surdimensionner les lisses. À l'inverse, des alvéoles de quatre palettes, si leur poids le permet, conduisent à des économies sensibles de place et de budget.

1.2 Les tolérances

Les installations à grande hauteur exigent une grande vigilance dans l'obtention des précisions finales. En effet, elles sont le résultat de l'empilement de nombreuses tolérances :

- planéité du sol
- horizontalité du sol
- précision des perforations et de la pose des échelles
- précision d'usinage des lisses
- flèches des lisses
- respect des cotes des palettes
- flèches des palettes

Ces tolérances varient en fonction des moyens de positionnement des engins de manutention.

La solution adoptée le plus fréquemment pour le positionnement horizontal des transtockeurs est d'avoir une mesure des translations par codeur (incrémental ou absolu) ou plus généralement maintenant par distancemètre laser. Cette disposition exige une grande précision de positionnement du palettier par rapport à la référence générale.

Pour les déplacements verticaux, on utilise le plus souvent un codeur, ce qui présente donc les mêmes difficultés. Pour résoudre ce problème, des constructeurs ont imaginé de faire une première approche, plus ou moins grossière, puis un positionnement fin par rapport à la lisse. Cette disposition permet d'obtenir une bonne précision de positionnement, malgré des différences d'altimétrie entre les différentes lisses. Elle n'exige plus, comme précédemment, d'avoir autant de

cibles réfléchissantes que d'alvéoles, soit plusieurs milliers, ce qui n'était pas gratuit.

D'autres constructeurs ont imaginé de faire suivre un apprentissage à leur transtockeurs. Un positionnement fin, plus ou moins manuel, lors de l'installation, permet à l'automatisme de mémoriser les cotes absolues de chaque alvéole. Ensuite l'équipement pourra s'y référer pour chaque positionnement. La brochure FEM 9.831 rappelle les exigences auxquelles doivent répondre les palettiers.

1.3 Les règles de calcul

Il existe aujourd'hui deux règles de calcul des rayonnages qui cohabitent et cohabiteront encore quelque temps, pendant une période de transition :

- la règle du SIMMA qui depuis 1975 a très longtemps été la seule référence ;
- la règle FEM 10/2.02 beaucoup plus récente et plus précise qui est destinée à être la seule référence à terme.

Le cahier des charges devra préciser, pendant cette période transitoire, quelle règle le maître d'œuvre souhaite voir utilisée.

1.4 Identification des adresses

Quel que soit le degré d'automatisation du magasin, il y a lieu de prévoir le repérage des allées, des rangées, des travées et des emplacements. Le problème se pose différemment pour les magasins automatiques et pour les palettiers exploités à l'aide de chariots.

- Dans le cas d'un palettier exploité par des chariots, le repérage des allées et des rangées sera placé en hauteur. Il faut tenir compte de la taille des caractères convenant à une bonne lisibilité de loin. Pour des panneaux placés à 6 mètres, il faut prévoir des caractères d'au moins 20 centimètres. Des panneaux en "V" permettent une excellente visibilité quel que soit le côté d'où l'on vient. Dans les entrepôts automatisés, les indications destinées aux opérateurs seront doublées par un code à barres, dont les fonctions seront développées dans le chapitre réservé aux flux d'informations. Ces identifications seront exploitées soit à l'aide de pistolets tenus par les caristes ou les préparateurs, soit par des lecteurs fixés à demeure sur les engins de manutention. Il faudra alors qu'une attention toute particulière soit apportée au positionnement des étiquettes. Dans le cas d'une lecture manuelle, l'opérateur peut corriger le défaut d'une étiquette mal placée. La hauteur des codes sera déterminée en fonction des dispositifs de lecture retenus, il faut prévoir entre 30 et 45 millimètres.

  Pour un stockage conventionnel, il est convenu généralement que le budget à prévoir pour la signalétique est de l'ordre de 5 % du budget total du palettier.
- Dans le cas d'un magasin automatique, le repérage des emplacements peut être avantageusement remplacé par l'affichage de la position de la fourche, sur écran, dans la cabine du transtockeur. Le positionnement étant le plus souvent

automatique, le repérage n'est utile que lors de visites de maintenance ou lors d'inventaires. Cette disposition permet l'économie appréciable de plusieurs milliers d'étiquettes.

Nota : voir dans la bibliographie, le remarquable ouvrage de J.T. Kusters sur la signalétique de l'entrepôt qui traite définitivement le sujet.

1.5 Les consoles

En extrémité de palettier, dans l'allée de circulation, il est judicieux pour certains types d'exploitation, de prévoir des consoles de dépose de palettes. Ces dispositifs sont aussi appelés « corbeaux » ou « porte-à-faux » ou « perroquets » suivant les fournisseurs ou les sites. Ces consoles sont destinées à la dépose des palettes par des chariots à fourche frontale, gerbeurs ou à mât rétractable, pour qu'elles puissent être commodément reprises par les équipements qui travaillent en allée. En effet la sortie des engins à haute levée de l'allée dans laquelle ils sont, est toujours pénalisante en manœuvres délicates et en temps perdu. Ces consoles servent aussi, bien sûr, pour le trajet inverse, au déstockage.

Pour que la reprise se fasse le plus précisément possible, ces consoles sont quelquefois équipées de dispositifs de centrage. Ceux-ci peuvent prendre la forme d'un entonnoir en cornière. L'efficacité de ces centreurs est très controversée ; on leur préfère souvent deux butées à angle droit contre lesquelles les caristes taquent la palette à déposer.

1.6 Les butées arrière

Les CRAM, suivant les recommandations de l'INRS, exigent, dans leurs textes, la pose de ces butées pour éviter qu'une fausse manœuvre ne provoque la chute d'une charge dans l'allée de service voisine.

Les assureurs exigent également la présence de ces butées dans les palettiers pour avoir la garantie d'un espace d'au moins 150 mm entre les palettes de deux travées adossées l'une à l'autre. Cette disposition est voulue pour garantir le passage de l'eau de sprinklage.

Cet agencement reste néanmoins très controversé par les exploitants et, dans bien des cas, il n'est pas mis en place. En effet, il est constaté, sur tous les sites équipés de butées arrière, que les caristes prennent l'habitude de taquer les palettes contre ces butées à chaque casage. Ces chocs répétés ont deux conséquences possibles :

- soit la butée finit par se décrocher et, du fait de son élasticité, elle peut être projetée à plusieurs mètres dans une direction imprévisible ce qui représente un risque sans doute plus grave que la simple chute d'un carton, voire d'une palette.
- soit la butée résiste et l'on assiste à une déformation des échelles ce qui représente un danger de fragilisation de l'ensemble du palettier. Ce risque est encore plus pernicieux que le précédent car les déformations ne sont pas facilement décelables vues d'en bas.

Il est à noter que cet accessoire, jugé dangereux par beaucoup de praticiens, a un coût élevé. La décision finale sera prise après concertation des concepteurs et des services de sécurité. Par prudence, les budgets d'investissements comprendront le prix de ces butées arrière.

Il semblerait que depuis peu des discussions soient en cours entre les organismes de sécurité et les constructeurs pour trouver une autre parade à la chute éventuelle de palettes poussées trop loin. Ce sujet est donc à suivre.

1.7 Autres dispositions de sécurité

Plusieurs organismes ont complété ou commenté les arrêtés ministériels qui doivent s'appliquer dans le domaine : l'INRS, l'IFTIM, le SIMMA, différentes Caisses Régionales d'Assurance Maladie, etc. Ces recommandations abordent plusieurs points sensibles :

- La stabilité. Cela va de soi, le palettier doit être calculé pour supporter les charges prévues. Le cahier des charges aura indiqué la règle de calcul que l'on souhaite voir appliquer, mais il pourra aussi exiger la production de la note de calcul. Ainsi, le maître d'ouvrage ou son maître d'œuvre pourra la faire valider par un bureau d'études spécialisé.
- Le décrochage des lisses. Une fausse manœuvre des fourches d'un chariot ne doit pas pouvoir décrocher la lisse supérieure. Un verrou (ou clavette ou goupille de sécurité dite "de démontage volontaire"), doit s'opposer à un mouvement accidentel de la lisse vers le haut avec une résistance d'au moins 700 daN.
- Les chutes de palettes.
  – Outre les butées arrière, évoquées ci-dessus, il y a lieu de prévoir les échelles de rives, plus hautes que le dernier plan de pose de la hauteur des palettes.
  – Dans le cas où l'arrière d'une rangée se trouve le long d'une allée de circulation, cet arrière doit être équipé d'un grillage ou d'un filet de protection. Le choix entre les deux est encore un sujet de controverses. Le grillage coûte environ cinq fois le prix d'un filet et, dans le cas de chute d'un colis, il reste déformé. Il faut donc en remplacer une partie ou le garder déformé. Le filet ne présente pas ce défaut ; par ailleurs, il est au moins aussi résistant mais il faut bien reconnaître qu'il est moins esthétique.
  – Enfin, si la qualité ou les dimensions des palettes le nécessitent, il faudra prévoir un platelage entre les lisses. Ceci est indispensable notamment pour les palettes perdues.
- Les jeux de fonctionnement. Les recommandations donnent des jeux minimaux entre charges et structures. Les valeurs données (jeux horizontaux de 75 millimètres et jeu vertical de 100 millimètres) sont inférieures à ce qui est souhaitable pour une réelle facilité d'exploitation. Il est sage de prévoir 100 mm pour les jeux horizontaux et 150 mm pour le jeu vertical. Dans le cas d'un stockage grande hauteur, au-delà de six mètres, desservi par des caristes restant au sol, il est prudent de majorer encore ces valeurs.
- La protection des palettiers contre les chocs. Il est recommandé de prévoir des boucliers métalliques, ou mieux en bois, destinés à protéger les pieds de palettiers des chocs de chariots partout où le risque existe. Le bois amortit mieux les

chocs, est plus facile à remplacer et, s'il est bien choisi, peut présenter un côté décoratif certain. Pour être efficaces, ces dispositifs ne doivent pas être solidaires des pieds de palettier mais fixés solidement à une distance d'environ cinq centimètres. Dans les allées étroites, les rails de guidage assurent une partie de cette protection.

- L'affichage des charges maximales. Une pancarte devra informer le personnel exploitant des caractéristiques du palettier. Si toutes les lisses ne sont pas du même type, il conviendra de placer autant de panneaux d'affichage que nécessaire pour éviter les risques de confusion pour les caristes.
- L'éclairage. Celui-ci, bien sûr, doit être suffisant pour permettre l'exploitation. On peut retenir les valeurs suivantes : 50 lux pour les parties entièrement mécanisées sans exploitant, 150 à 200 lux pour les allées de circulation et 250 à 400 lux pour les zones où le travail nécessite la lecture de documents.
- La maintenance. En exploitation, une visite semestrielle sera vivement recommandée pour s'assurer que le palettier n'a subi aucune dégradation ou que le sol ne présente pas d'affaissements. Cette vérification portera également sur l'aplomb des échelles, le faux aplomb ne devant pas dépasser 1/350 de la hauteur.

Lors du dépouillement des offres, le concepteur devra rester très attentif à ces divers points. En effet, il est des constructeurs qui incluent certaines de ces dispositions d'office dans leurs propositions, alors que d'autres les proposent en option ; et que d'autres, enfin, les passent complètement sous silence.

Nota : voir dans la bibliographie, l'excellente brochure, référence INRS 771, qui traite de la prévention des risques dans les rayonnages métalliques.

1.8 Les palettiers porteurs

Dans le cas d'une solution de type « bâtiment parapluie », le palettier n'est plus construit à partir d'éléments standards ; il s'agit d'une véritable charpente construite à partir de profilés marchands. Cette solution impose donc une étude particulière et les ordres de grandeurs dimensionnelles donnés dans cet ouvrage devront donc être utilisés avec de grandes précautions.

1.9 Les palettiers d'occasion

Il existe un certain nombre d'entreprises qui se sont spécialisées dans le démontage et la revente d'installations de manutention et de stockage. Ces équipes exécutent le travail d'une façon infiniment plus soigneuse que ne le feraient des entreprises de ferraillage. Par ailleurs, elles offrent un prix de reprise qui peut être appréciable.

L'achat de palettiers d'occasion doit être pratiqué avec précaution. S'il est facile de vérifier que les échelles et les lisses sont en bon état, il est plus difficile de recalculer, pour des non-spécialistes, les charges admissibles. Rappelons que les modifications de lisses ou d'échelles par soudure sont absolument interdites.

L'achat de chariots ou de convoyeurs d'occasion ne pose pas du tout les mêmes problèmes.

2. Le stockage des charges longues

Certains magasins doivent accueillir des charges dont la longueur est importante et variable, comme des profilés marchands. Le stockage s'effectue alors sur des supports en porte-à-faux, gondoles ou cantilever.

Pour les charges lourdes, comme les ronds d'acier de fort diamètre, les bras des cantilevers sont de longueur inégale. Le bras supérieur est plus court que le bras inférieur. Cette disposition permet d'accéder à chaque niveau à l'aide d'un pont roulant. À cause de leur profil, on appelle ces cantilevers des « sapins ».

Les profilés longs, de faible diamètre, et donc très flexibles, sont à placer dans des sortes de conteneurs que l'on appelle « praticables ». Cette disposition permet de ne pas multiplier les bras de cantilever pour ces références. La plupart des fabricants de palettier ont ce genre d'équipement en catalogue.

Les charges très longues, au-delà de quatre ou cinq mètres, sont manutentionnées par des chariots à mât rétractable adaptés ou, mieux, par des chariots quadridirectionnels qui seront décrits plus loin.

La signalétique des cantilevers doit être étudiée pour chaque cas particulier.

3. Les casiers

Les constructeurs de palettiers ont généralement aussi à leur catalogue des rayonnages destinés au stockage de produits peu encombrants et en petite quantité. Ces équipements peuvent être utilisés pour recevoir les articles du stock picking avancé à taux de rotation moyen ou faible. Des modèles spéciaux ont été étudiés pour abriter des articles fragiles comme des livres. Certains bénéficient d'un agrément des Bibliothèques de France. Ils sont coûteux, par rapport aux modèles standards mais ne présentent aucune aspérité susceptible d'endommager ou de marquer un ouvrage. L'identification des casiers est comparable à celle des palettiers.

4. Le stockage mobile

L'idée qui a conduit à l'élaboration de ce concept est la suivante. Les allées de service peuvent représenter une surface égale à celle des meubles de stockage, palettiers ou casiers. Cela est aussi vrai, bien sûr, en terme de volume. Or, dans le cas de stocks tournant peu, ces allées sont peu fréquentées. Pour améliorer la compacité du magasin une solution est donc de rendre mobiles les rayonnages et de ne plus conserver qu'une seule allée pour 5 à 8 rangées.

Le stockage mobile (que l'on appelle aussi stockage compact) est constitué de palettiers ou de casiers qui peuvent se déplacer latéralement (voir figure 16.1). Lorsque l'on désire accéder à une case ou une alvéole, on déplace une partie des rangées pour que l'allée s'ouvre au niveau de l'adresse de stockage concernée. Le déplacement de ces meubles peut être motorisé dans le cas des charges lourdes ou quand une automatisation s'avère souhaitable ; sinon, les mouvements s'effectuent manuellement par les magasiniers qui ont à tourner un volant ou une manivelle.



Figure 16.1 – Stockage mobile

Ce genre d'équipement est particulièrement adapté au stockage d'archives vivantes ou à l'équipement des zones de bibliothèques réservées aux ouvrages qui tournent peu. Un exemple récent de projet de bibliothèque a montré que l'utilisation des rayonnages mobiles, au lieu des rayonnages statiques, permettait une économie de l'ordre de 45 % sur les investissements globaux, équipements et bâtiments. La compacité comparée était de 14 mètres linéaires de stockage de monographies par mètre carré, pour les rayonnages mobiles, contre 7 pour les rayonnages conventionnels. L'économie générée vient de la diminution des surfaces de bâtiment nécessaires. Le surcoût dû à la mobilité des rayonnages devient presque négligeable si le prix du mètre carré est élevé. En absolu, un équipement mobile coûte environ trois fois le prix du même équipement fixe.

Ce type de stockage se voit souvent, mais à échelle réduite, dans les officines pharmaceutiques.

Ce genre d'équipement ne demande pas d'automatisme complexe. Il faut seulement veiller à mettre en place des dispositifs de sécurité interdisant de fermer une allée, alors qu'un opérateur s'y trouve.

La justification du choix de ce type d'équipement se fait par comparaison du nombre de références à stocker et du nombre d'accès correspondant, car les temps d'accès à une référence augmentent. Cela est dû au temps nécessaire à l'ouverture de l'allée. Le temps d'accès à une référence dans un rayonnage compact peut être supérieur de 50 % à un temps d'accès dans un rayonnage statique.

5. Le stockage dynamique

Le concept du stockage dynamique procède de la même motivation ; mais utilisation et solution sont différentes. Dans ce genre d'installation, ce ne sont plus les meubles que l'on déplace mais les charges à l'intérieur des meubles.

Si l'on doit tenir en stock plusieurs articles de la même référence, voire du même lot, est-il vraiment nécessaire d'avoir accès simultanément à tous ces articles ? Dans la plupart des cas la réponse est non. D'où l'idée de réaliser des alvéoles profondes et traversantes dans lesquelles les articles seraient introduits à une extrémité et prélevés à l'autre (voir figure 16.2).

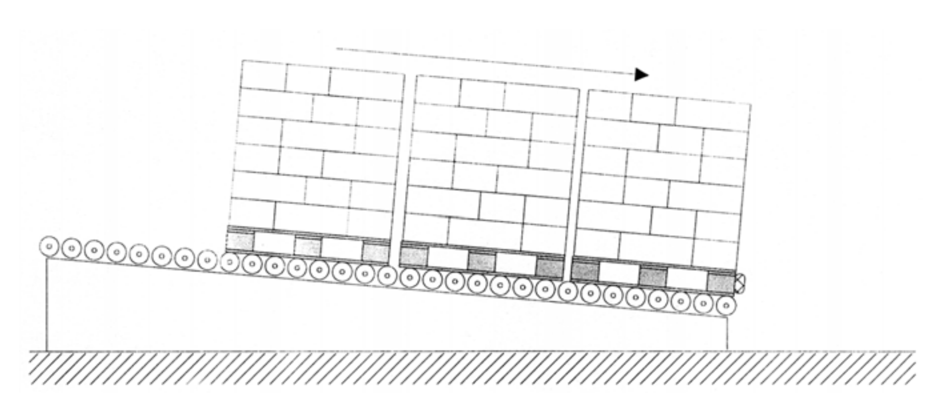


Figure 16.2 – Stockage dynamique

L'avance des articles à l'intérieur de ces alvéoles un peu particulières, en forme de tunnels ou de couloirs, se fait le plus souvent par simple gravité sur des rampes à galets. La gravité est intellectuellement très séduisante : simplicité, économie, etc. En réalité, les choses sont moins faciles qu'il n'y paraît. En effet, la pente des rouleaux ou des galets est fixée une fois pour toutes, entre 2 et 4 %. Si la pente est trop faible, les charges légères descendent mal, si la pente est trop forte, les charges lourdes avancent trop rapidement.

Pour pallier cet inconvénient, des constructeurs ont mis au point des rouleaux freins qui ralentissent une charge proportionnellement à sa vitesse par un dispositif centrifuge. Certains constructeurs refusent d'utiliser la gravité dans leurs installations quand l'écart entre charges légères et charges lourdes est supérieur à six ou sept fois. L'avance peut se faire aussi par des dispositifs mécaniques plus complexes, voire sur un coussin d'air chez certains constructeurs. Lorsque ce mouvement est

assuré par les engins de manutention eux-mêmes on parle alors de « stockage par accumulation » (fourches à double extension, transtockeur à « renard », à « satellite » ou à « furet »).

La justification du choix de ce type d'équipement se fait par comparaison du nombre de références à stocker et du nombre d'articles correspondants. Cette solution se rencontre dans les entrepôts où les articles d'une même référence sont nombreux et où les taux de rotation sont élevés. Il faut signaler qu'elle permet facilement d'éviter les croisements de flux, puisque les entrées en stock ont lieu dans une allée dédiée et les sorties dans une autre allée. Il faut noter également que ce type d'installation oblige, *ipso facto*, à respecter un strict FIFO et à ne stocker qu'une seule référence par couloir.

À la conception, il faudra veiller à ne pas pousser le concept trop loin, car on risquerait d'obtenir un résultat inverse à celui recherché. Par exemple, admettons que la rentrée en stock d'une référence se fasse par dix palettes et que l'écoulement de cette référence soit régulier ; on peut alors dire que la valeur du stock de cette référence sera en moyenne de cinq au fil du temps. Il faudra se garder de dimensionner les alvéoles à dix unités car cela reviendrait, en moyenne, à avoir un taux d'occupation moyen du magasin de 50 %. Par contre, un dimensionnement à 5 unités permettra de réaffecter immédiatement un couloir à une autre référence dès que 5 articles auront été prélevés. Le taux d'occupation sera ainsi bien meilleur, même si *a priori* la compacité semble moins bonne. Ce type d'équipement existe, sur catalogue, aussi bien pour des palettes que pour des charges beaucoup plus petites en cartons ou en bacs.

6. Le stockage à accumulation

Ce type d'équipement est constitué de couloirs contigus pourvus à chaque niveau de supports latéraux sur lesquels les palettes seront déposées. Dans ces équipements, les chariots rentrent à l'intérieur même des racks après avoir élevé la palette, 1 200 mm en façade, à la hauteur convenable, puis les déposent. Les jeux latéraux recommandés pour éviter une trop grande difficulté de manœuvre sont de 10 cm de part et d'autre, soit une distance entre échelles de 1 400 mm. Cette solution permet des stockages théoriquement très compacts. Théoriquement, car un couloir ne peut accueillir que des palettes de la même référence et du même lot. L'accès à une référence particulière dans un tel équipement nécessiterait en effet le déstockage de toutes les palettes situées entre la palette recherchée et l'extrémité du couloir, et par conséquent conduirait à un temps opératoire inacceptable.

Ce mode de stockage ne convient que pour un faible nombre de références, des lots importants et des taux de rotation très élevés faute de quoi le taux d'occupation réellement observé devient particulièrement médiocre.

Ces équipements sont appelés « Drive in » si les couloirs sont en impasse, l'exploitation se faisant alors en LIFO et « Drive through » si les couloirs sont traversants, l'exploitation se faisant en FIFO.

17

Les équipements mobiles

1. Les transpalettes

Les transpalettes sont des appareils de manutention destinés aux transferts horizontaux de charges sur palettes ou dans des conteneurs adaptés. Cette famille d'équipements comprend plusieurs catégories de matériels.

1.1 Transpalettes manuels

Ce premier modèle dispose d'un timon qui permet de conduire l'engin et d'actionner une petite pompe hydraulique commandant le levage de la charge. Ce type de matériel autorise la manutention de palettes jusqu'à trois tonnes suivant les modèles. Il n'autorise pas le franchissement de rampes en charge. Il est réservé aux trajets courts.

1.2 Transpalettes électriques

Ces transpalettes sont pourvus d'un moteur électrique de translation pouvant varier de un à deux kilowatts, d'un moteur de pompe de levage d'une puissance comparable et d'une batterie. Ils ont une charge utile de l'ordre de une à trois tonnes et peuvent se déplacer à des vitesses allant de trois à onze kilomètres heure. Ils sont capables, pour certains modèles, de franchir des rampes de 15 % à vide et 10 % en charge. Ce franchissement est assisté, chez certains constructeurs, par des dispositifs de compensations permettant de garder la palette horizontale alors que le transpalette est sur un plan incliné.

La fourche de certains transpalettes peut être équipée d'un dispositif de déplacement latéral (slide shift) de l'ordre de 50 millimètres qui permet un positionnement très précis des palettes dans des espaces réduits sans manœuvres à répétition. Certains modèles ont des fourches qui permettent la prise de deux ou trois palettes simultanément.

Ces transpalettes peuvent être :

- à conducteur accompagnant, et dans ce cas la vitesse de déplacement est limitée réglementairement à six kilomètres heure. La conduite se fait généralement à l'aide d'un timon qui peut être relevable, et même quelquefois basculant.
- à conducteur porté debout. La conduite se fait alors au moyen d'un timon ou d'un volant suivant le modèle. Le conducteur est monté sur une petite plateforme. Celle-ci est quelquefois rabattable afin de faciliter les manœuvres dans les zones exiguës ou encombrées.

- à conducteur assis. À peine plus volumineux que le précédent, ce modèle est à réserver à des missions répétitives exigeant de longs trajets. Cette dernière disposition permet une conduite latérale. Pour déroutante qu'elle soit au départ, c'est la position la plus ergonomique. Le passage de la marche avant à la marche arrière n'exige du cariste que la seule rotation de la tête, sans mouvement du thorax. Il faut bien remarquer que dans un magasin les trajets en marche avant sont aussi nombreux que les trajets en marche arrière.
- à conducteur « assis / debout ». Ce type de transpalette, variante du précédent, a été conçu pour les missions dans lesquelles le cariste doit fréquemment quitter son engin. Il est, en effet, beaucoup moins fatigant de simplement se redresser que de passer de la position assise à la position debout.

2. Les gerbeurs à bras porteurs

Les gerbeurs ont une morphologie proche de celle d'un transpalette électrique qui serait équipé d'un mât. Les gerbeurs ont des bras porteurs sous la fourche qui peuvent s'élever le long du mât. La capacité de ces gerbeurs va de une à deux tonnes, et la hauteur de levage peut aller au-delà de six mètres.

Afin d'améliorer la stabilité, certains modèles ont des bras porteurs encadrant la fourche et non plus sous la fourche. Le polygone de sustentation est alors beaucoup plus important.

Pour travailler à ces hauteurs, les charges doivent être d'une stabilité parfaite maintenue par filmage ou houssage. L'environnement doit également être favorable, allées suffisamment larges et dégagées, sol en parfait état, etc. En effet, un carton qui tombe de 6 ou 7 mètres ! ! !

Certains modèles sont équipés de fourches télescopiques dont l'élongation rend possible un entreposage dans des alvéoles de profondeur double. Les bras porteurs évitent ou diminuent le porte-à-faux, ce qui autorise des encombrements minimaux du fait de l'absence de contrepoids.

Les catalogues proposent, comme pour les transpalettes, des modèles à conducteur accompagnant et d'autres modèles à conducteur porté, debout ou "assis / debout" en position face à la charge ou en position latérale.

Les moteurs de translation ont une puissance de l'ordre du kilowatt et les moteurs de pompe une puissance d'environ quatre kilowatts. On obtient ainsi des vitesses de translation allant jusqu'à huit kilomètres heure et des vitesses de levage de 0,2 mètre seconde en charge et des vitesses doubles à vide.

3. Les chariots élévateurs à fourches frontales

C'est le type de chariot le plus courant que l'on rencontre en tous lieux. Quand ils sont destinés à une utilisation en extérieur, ils sont pourvus de quatre roues équipées de pneumatiques et possèdent un moteur thermique, le plus souvent Diesel.

Cela leur confère l'aptitude à rouler sur des sols irréguliers et une excellente autonomie.

Quand les chariots sont destinés à demeurer à l'intérieur du magasin, ils sont le plus souvent à trois roues et à propulsion électrique. Les batteries situées à l'arrière servent de contrepoids. Quand elle est unique, la roue arrière est souvent aussi la roue motrice. Cette disposition procure une excellente maniabilité. Elle peut, cependant, être déconseillée si le chariot doit franchir des rampes ; car l'adhérence est plus faible, que celle des roues avant, lorsque le chariot est chargé.

Il existe également une gamme de chariot à moteur thermique à gaz. Ils sont plutôt destinés à des missions mixtes à l'intérieur et à l'extérieur. Cette motorisation n'est tolérée en intérieur que sous réserve d'une excellente ventilation.

Par ailleurs, il faut noter qu'il est tout à fait déconseillé de faire cohabiter des chariots équipés de pneumatiques allant à l'extérieur avec des chariots destinés à travailler à grande hauteur en intérieur. Ces derniers sont en effet équipés de bandages relativement durs qui s'accommoderaient très mal de graviers ramenés de la cour. Les bandages durs sont obligatoires pour garder la précision indispensable au travail dans les niveaux hauts.

Ce type de chariot permet de travailler jusqu'à des hauteurs de l'ordre de huit mètres. Il faut noter que la hauteur de levée maximale doit être supérieure d'au moins 200 millimètres à celle du dernier plan de pose pour permettre une manutention aisée. Si l'on désire les faire travailler à l'intérieur du palettier, les allées devront avoir une largeur de 3,5 à 4,5 mètres.

Les vitesses de translation en charge varient suivant les modèles de dix à quinze kilomètres heure. À vide, elles vont de onze à dix-sept. Les vitesses de levage vont de 20 centimètres seconde en charge à 60 centimètres seconde à vide. La puissance de la motorisation horizontale va de quatre à huit kilowatts en un ou deux moteurs. Les puissances de la pompe de levage vont de cinq à neuf kilowatts.

3.1 Les modèles articulés

Un nouveau type de chariot est apparu ces dernières années : le chariot articulé à fourche frontale. Il permet de réduire la largeur des allées de service à deux mètres. Ce modèle est proposé par deux constructeurs, à des prix un peu dissuasifs. La conduite de ces engins est tout à fait particulière ; elle ne peut être confiée qu'à des caristes expérimentés.

3.2 Les équipements

Si ces chariots sont le plus souvent équipés de fourches pour la manutention de palettes, ils peuvent aussi recevoir d'autres équipements spécialisés parmi lesquels on peut trouver :

- fourches multiples pour manutentionner plusieurs palettes simultanément
- fourches à rallonges
- fourches télescopiques
- extenseurs à pantographe pour déchargement latéral d'un camion

- pinces latérales de maintien de charges à la stabilité imparfaite
- presseur vertical destiné au même usage
- pinces plates de préhension destinées à la manipulation des « produits blancs » qui, ainsi, n'exigent pas de palettes
- pinces incurvées pour la manutention de fûts ou de bobines de tôle ou de papier
- pinces pivotantes pour basculement de fûts
- potences à crochets
- éperons pour le transfert de touret de câbles ou de grosses bobines horizontales
- godets et bennes éventuellement basculants
- chasse-neige
- etc.

3.3 La levée libre et nombre de sections

La levée libre, qui n'est pas propre à ce seul type de matériel, est la faculté que des chariots ont de pouvoir soulever leurs fourches sur une certaine hauteur, le mât restant immobile. Le mât ne commence à se déployer que lorsque l'on souhaite dépasser cette hauteur. Cette disposition est intéressante lorsque les chariots doivent évoluer aussi dans des locaux à faible hauteur sous toiture ou charger des camions couverts. Pour les autres chariots, les mâts se soulèvent en même temps que les fourches dès le départ de la levée.

Les mâts télescopiques peuvent être doubles, triples, voire quadruples. Il faut savoir que, à hauteur déployée égale, le prix augmente avec le nombre de sections ainsi que le cumul de jeux mécaniques ; par contre la hauteur, mât replié, diminue. Une faible hauteur de mât replié peut être indispensable pour rejoindre la salle de charge des batteries par exemple.

3.4 Le centre de gravité de la charge et la charge résiduelle

La capacité de levage est fonction de la position du centre de gravité de la charge sur les fourches. La Fédération Européenne de la Manutention a défini des distances nominales séparant le centre de gravité des charges du talon des bras de fourches. C'est en fonction de ces distances que sont calculées les capacités nominales des chariots. Lors de la comparaison d'offres de constructeurs, il sera vérifié que tous ont bien retenu les mêmes valeurs. La capacité de levage d'un chariot dépend de la hauteur à laquelle il évolue. Elle diminue quand la hauteur augmente. On parle alors de capacité résiduelle à telle hauteur.

4. Les chariots à mât rétractable

Le chariot à mât rétractable cumule les avantages du chariot à fourche frontale et du chariot gerbeur à bras porteurs. Dans un chariot de ce type, l'ensemble fourche et mât peut se déplacer d'avant en arrière, à l'intérieur, des bras porteurs (ou au-dessus suivant les modèles). La prise d'une palette s'effectue par avancée du mât et des

fourches devant les roues avant. La palette est ensuite levée en porte-à-faux, puis ramenée vers l'arrière par le recul du mât. Les trajets se font avec la palette au-dessus du polygone de sustentation formé par les roues, donc dans d'excellentes conditions de stabilité.

Le chargement de la palette dans le palettier se fera par la manœuvre inverse, sans déplacement du chariot lui-même. L'absence de contrepoids lui donne une grande compacité. Il ne nécessite des allées de service que de 2,8 à 3 mètres. Il peut travailler jusqu'à des hauteurs de huit mètres. Il existe des modèles à conduite de face ou de côté.

Un constructeur propose un modèle dont la cabine est basculante afin de rendre le travail en hauteur plus confortable pour le cariste qui n'a plus à se tordre le cou. Les performances en vitesse et en capacité de levage sont comparables à celles des chariots à fourches frontales.

5. Les chariots à fourche tridirectionnelle

5.1 Le principe des fourches

On parle aussi de « fourches en C », de « fourches pivotantes » ou de « fourches multidirectionnelles ». Ces fourches sont montées sur un axe vertical autour duquel elles peuvent pivoter. Cet axe peut lui-même se déplacer transversalement. Ces fourches peuvent charger une palette au sol, la tourner et la déposer à gauche ou à droite, sans autre mouvement du chariot. Elles peuvent donc stocker et déstocker des charges des deux côtés de l'allée.

Certains chariots sont équipés d'un automatisme qui gère la rotation des fourches et la translation de l'axe simultanément. Cette option est bien utile si l'on prévoit des ré-agencements nécessitant des transferts de palettes d'un côté à l'autre ; car elle permet cette opération sans sortir de l'allée et sans risque de collision avec d'autres palettes en place. La largeur de l'allée doit être calculée en tenant compte de ce besoin pour accepter la diagonale d'une palette plus une marge de sécurité. Sans automatisme, une rotation dans l'allée est plus délicate et donc beaucoup plus longue. La plupart des grands constructeurs ne font plus de cet automatisme une option, mais l'offrent en version de base.

Ce type de chariot permet d'atteindre des niveaux de pose pouvant aller jusqu'à quatorze mètres pour une capacité de l'ordre de la tonne, et réclame une largeur d'allée de 1,7 à 1,8 mètre. Les moteurs de translation ont une puissance variant de 4 à 10 kilowatts pour des vitesses de 8 à 10 kilomètres heure. Les moteurs de la pompe de levage vont de 10 à 18 kilowatts pour des vitesses de 25 à 40 centimètres seconde. Ce genre de chariot est communément appelé « tridi ».

5.2 Assistance au positionnement

Pour des grandes hauteurs, il est recommandé d'avoir un automatisme d'assistance au positionnement. Cela étant particulièrement vrai pour le positionnement

vertical, car la visibilité du cariste resté au niveau du sol n'est pas suffisante au-delà de six à sept mètres. Certains anciens chariots étaient équipés de cameras vidéo embarquées au niveau des fourches avec moniteur dans la cabine du cariste. Ce genre de dispositif se rencontre de nouveau.

Un autre automatisme est quelquefois offert. En liaison temps réel avec le calculateur de gestion du magasin, il interdit l'accès à une adresse d'allée ou d'alvéole qui ne correspondrait pas à une mission en cours. Cette disposition exige, bien sûr, la mise en place d'un système d'identification qui permet à l'automatisme de détecter sa position réelle. Cela peut être un gage de sécurité qui a été mis en œuvre dans des entrepôts pharmaceutiques notamment.

5.3 Les dispositifs de guidage

Pour se mouvoir dans des allées aussi étroites sans risquer des chocs avec les charges déjà stockées ou avec le palettier lui-même, ces chariots doivent être équipés de dispositifs de guidage précis. Les constructeurs en proposent deux sortes : les guidages mécaniques et le filoguidage.

Le guidage mécanique est réalisé par des galets latéraux qui s'appuient sur des rails de guidage situés tout le long des deux côtés de l'allée. Le plus souvent ces rails sont des UPN de 100 millimètres. Cette hauteur exige une lisse arrière au niveau du sol pour remonter les palettes qui ne pourraient être prises par les fourches. Cette lisse peut être remplacée par un remplissage en béton maigre permettant ainsi un nettoyage plus aisé. Le béton est coulé sur une feuille de polyane pour faciliter une éventuelle réimplantation du magasin. Quelle que soit la solution retenue, elle est coûteuse et diminue la hauteur utile du bâtiment de 100 mm.

Certains constructeurs proposent, maintenant, un rail de guidage constitué d'une cornière de seulement 40 millimètres de haut. Cela exige un soin plus grand de la part des caristes ; mais dans ce cas les palettes peuvent être posées à même le sol, ce qui représente une économie non négligeable. Dans tous les cas, les rails doivent comporter des crosses d'entrée en forme d'entonnoir pour que les caristes soient un peu aidés lors de l'entrée dans une allée. Ces crosses ne doivent pas présenter d'angles vifs, comme on le voit trop souvent sur les croquis ou dans les installations, sous peine de détériorer rapidement les galets de guidage. Cela est d'autant plus vrai dans le cas d'une installation nouvelle où les caristes doivent faire leur apprentissage.

Le filoguidage, seconde solution, consiste à noyer dans le sol un câble électrique parcouru par des courants de fréquence appropriée et installer des détecteurs inductifs sur les chariots. Ceux-ci commanderont l'orientation des roues directrices dès qu'un décentrement sera détecté par déséquilibre de l'intensité des champs électromagnétiques captés.

Ce guidage nécessite un appareillage monté sur les chariots, un réseau de fil enterré et un générateur de fréquences. Ce type de guidage est à peine plus coûteux que le précédent ; le bilan ne pourra être fait qu'en fonction du nombre de chariots à équiper et de la longueur totale de fil à installer. Le filoguidage entraîne un surcoût pour le chariot mais des économies pour l'équipement des allées.

La pose du fil demande l'ouverture d'une saignée large de moins d'un centimètre et profonde d'une trentaine de millimètres. Après la pose du fil, la saignée sera rebouchée à la résine. Cette installation n'est pas compatible avec tous les types de sol. Le ferraillage devra être suffisamment profond, environ 50 millimètres en dessous du fil. Si la chape a été renforcée à l'aide de fibres métalliques, un essai sera nécessaire pour vérifier que la densité du métal ne soit pas trop importante et surtout que l'homogénéité de sa répartition soit correcte.

Le filoguidage est moins précis que le guidage mécanique : il demande des largeurs d'allées supérieures d'environ dix centimètres pour tenir compte de cette moindre précision. Par contre, il présente l'avantage, si le fil dépasse nettement du palettier, de grandement faciliter le passage de l'allée de circulation à l'allée de service.

5.4 Les dispositifs de sécurité

Étant donnée la masse de ces engins ainsi que leur hauteur et leur vitesse, un certain nombre de mesures de sécurité sont à prendre en compte. Elles concernent notamment :

- l'interdiction pour un piéton de pénétrer dans une allée où se trouve un chariot. Pour cela plusieurs moyens existent allant de la simple signalisation jusqu'à l'immobilisation du chariot à la suite de la détection d'un humain dans l'allée.
- le ralentissement en extrémité d'allée. Les dispositions à prendre ressemblent à celles utilisées dans le cas des transtockeurs étudiés plus loin.
- pour les chariots à nacelle élevables, une échelle de corde doit être prévue dans la cabine, échelle qui doit permettre au cariste de rejoindre le sol si la cabine est bloquée en hauteur.

6. Les chariots à fourche bidirectionnelle

Dans certains projets où la faible largeur d'allée est vitale, les fourches bidirectionnelles peuvent être une piste à explorer. Ces fourches sont du type de celles qui équipent les transtockeurs. Elles sont télescopiques et permettent de réduire la largeur des allées de service d'environ 200 millimètres.

Le mouvement des fourches bidirectionnelles est plus rapide que celui des tridirectionnelles. On estime souvent qu'un gain de productivité de 15 à 20 % peut ainsi être obtenu. Hormis ces avantages indéniables, cette solution présente de nombreux inconvénients :

- ce type de fourche ne permettant pas la prise ou la dépose au sol, le palettier devra être pourvu de lisses dès le premier niveau de pose, ce qui engendre un surcoût non négligeable
- ce premier niveau sera à une hauteur d'environ trente centimètres, d'où une diminution de la hauteur utile du bâtiment qui peut s'avérer très gênante dans certains cas

- la fourche bidirectionnelle est sensiblement plus lourde que la fourche tridirectionnelle, d'où une diminution de la charge utile du chariot ou passage au modèle supérieur de chariot, quand cela est possible
- ce type de fourche est plus cher que le modèle tridirectionnel.

S'orienter vers ce type d'équipement méritera donc une réflexion approfondie.

7. Les chariots préparateurs

7.1 Les chariots de préparation au sol

Ces équipements sont directement déclinés à partir de la famille des transpalettes. Ils en diffèrent par les quelques aménagements suivants :

- la longueur de la fourche. Sur certains modèles, la fourche peut accueillir jusqu'à trois palettes juxtaposées, voire plus sur demande.
- la levée de la fourche. Pour une dépose des prélèvements à hauteur ergonomique, la fourche peut se lever et s'abaisser, à la manière des petits gerbeurs. Dans ce cas la fourche reste courte.
- un poste conduite adapté. Comme les trajets sont généralement longs dans ce type de mission et que le magasinier quitte souvent son engin pour atteindre le stock, certains chariots préparateurs disposent d'un poste de conduite où le conducteur, debout, est placé dans le sens de l'avance.

7.2 Les chariots de préparation à basse levée

Les chariots de préparation à basse levée ont une morphologie qui se rapproche de celle des transpalettes à conducteur embarqué. La plate-forme sur laquelle se trouve le préparateur peut s'élever d'une hauteur pouvant aller jusqu'à 1,10 mètre. Cette hauteur est limitée par les règlements de sécurité qui exigeraient, au-delà de cette altitude, une cabine fermée. Cette disposition autorise des prélèvements ergonomiques jusqu'à une hauteur de 2,70 mètres. Les vitesses de translation peuvent dépasser les dix kilomètres heure, mais réglementairement la vitesse doit être limitée à 2,5 kilomètres heure dès que la plate-forme se trouve au-dessus de 500 millimètres du sol.

Certains modèles disposent d'une levée complémentaire des fourches. Cette option est fortement conseillée. Elle permet d'élever les fourches d'environ 800 millimètres, évitant ainsi au préparateur de trop se pencher lorsqu'il commence la constitution d'une nouvelle palette.

7.3 Les chariots de préparation à moyenne et à haute levée

Ces chariots sont destinés aux prélèvements jusqu'à une hauteur voisine de dix mètres. Le préparateur est embarqué dans une cabine élevable. La palette (ou tout autre dispositif, caisse, roll,...) se trouve devant cette cabine. Elle est posée sur des fourches frontales qui peuvent, comme dans le cas des préparateurs à basse levée,

avoir un déplacement relatif par rapport au sol de la cabine pour faciliter la dépose des premiers articles prélevés.

Les vitesses de translation dépendent des constructeurs, mais aussi de la réglementation. Celle-ci impose des vitesses maximales en fonction de la hauteur de la cabine si le chariot se trouve en allée. Si le chariot est sorti du palettier, l'angle de direction est également pris en compte. Ces valeurs sont de 2,5 kilomètres heure pour un angle de direction inférieur à 2° et une levée supérieure ou égale à 3 mètres ou pour un angle supérieur à 2° et une hauteur supérieure ou égale à 0,5 mètre. Dans l'allée, la vitesse maximale, jusqu'à une dizaine de kilomètres heure, peut être conservée jusqu'à une hauteur de 2,5 mètres. À 4,5 mètres, la vitesse autorisée passe à 6,5 kilomètres heure; à 6,5 mètres, 3,5 kilomètres heure et à 7,5 m et au-delà , 2,5 kilomètres heure. Les moteurs de translation ont une puissance allant de deux à cinq kilowatts.

Certains constructeurs offrent une fonction d'automatisme qui gère l'adaptation continue de la vitesse en fonction de l'altitude de la cabine. Cette option permet d'améliorer, de façon notable, le confort de conduite et les performances.

Pour que l'automatisme embarqué sache si le chariot est dans une allée de service ou dans une allée de circulation, des capteurs spécifiques sont installés sur les chariots. Ils sont actionnés par des aimants ou des cames mécaniques placées aux extrémités des allées.

Certains constructeurs proposent une présélection de niveau. Cet automatisme permet d'atteindre un niveau déterminé sans manipulation du cariste. Intellectuellement, cette fonction peut paraître séduisante ; mais, à l'expérience, cette disposition n'est guère appréciée des caristes qui ont à subir ainsi des accélérations et des décélérations désagréables parce que non maîtrisées. Cette fonction d'automatisme reste intéressante, par contre, pour tous les chariots à grande hauteur dont les cabines ne sont pas élevables.

Les vitesses de déplacement vertical vont de 14 centimètres par seconde en levée en charge à 30 centimètres par seconde en descente en charge, pour une motorisation située, suivant les catalogues, entre trois et huit kilowatts.

8. Les chariots combinés

Comme leur nom l'indique, ces chariots sont étudiés et construits pour combiner les prélèvements manuels en hauteur et le stockage et déstockage de palettes en palettier. Le mouvement des palettes s'effectue avec la technologie des chariots à fourche tridirectionnelle ou bidirectionnelle. Ce genre de chariot est communément appelé « combi » par les gens de la profession.

Ces chariots constituent le haut de gamme de tous les chariots tant par les technologies mises en œuvre et les performances que par les prix.

La plupart des matériels proposés nécessitent des allées de service d'une largeur de l'ordre de 5 mètres. Cependant, un constructeur a conçu et réalisé un chariot articulé qui n'exige que 3,60 mètres. Ce concept permet de passer d'une allée à l'autre directement sans manœuvre d'où un gain de temps et un gain de place.

Avec batteries, ce genre d'engin pèse entre sept à neuf tonnes. Les performances sont voisines de celles des préparateurs à haute levée, mais avec une motorisation un peu plus puissante, en particulier les moteurs de levage vont de douze à dix-huit kilowatts. Les commentaires concernant les automatismes restent les mêmes que ceux formulés pour les chariots préparateurs.

Il faut savoir, lors de la conception, que le prix d'un chariot combiné est approximativement le double de celui d'un chariot de préparation à haute levée. Une bonne solution consiste souvent à prévoir un parc mixte : chariots combinés et chariots préparateurs moyenne levée. L'analyse des flux permettra de valider la pertinence de ce scénario.

La figure 17.1 représente un chariot combiné à fourche tridirectionnelle construit par la société Fenwick.

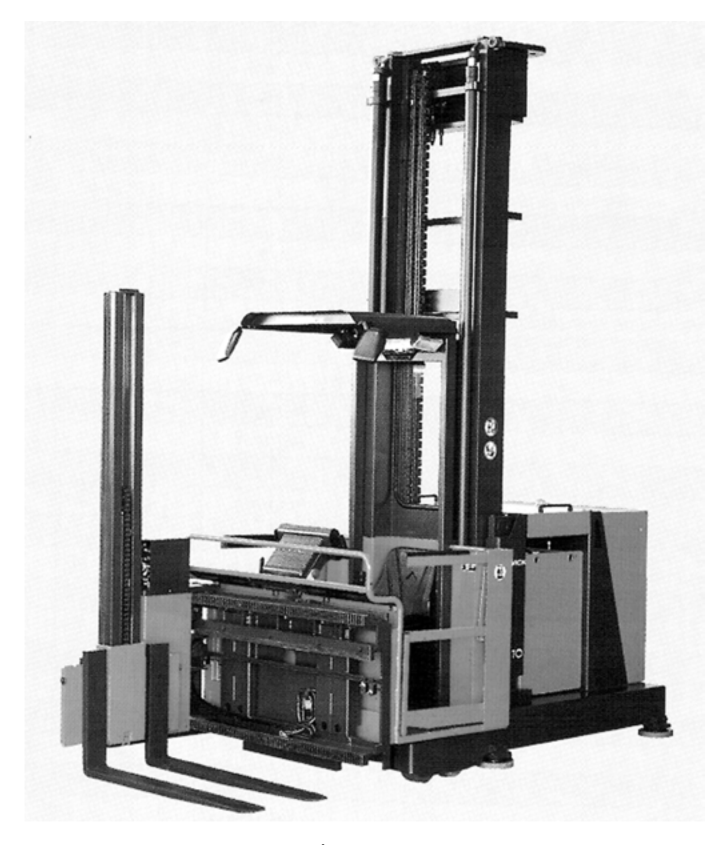


Figure 17.1

La figure 17.2 représente un chariot combiné articulé construit par la société BT.

Figure 17.2

9. Les chariots omnidirectionnels

Ces chariots, tout à fait particuliers, sont destinés à la manutention des charges longues. L'adjectif omnidirectionnel (on entend parfois aussi le terme de « quadridirectionnel ») ne s'applique pas à la fourche comme précédemment pour les « tridi » mais au chariot lui-même du fait de son mode de déplacement.

Pour rentrer dans une allée de service, le chariot a ses roues orientées de façon à autoriser son déplacement dans le sens longitudinal. Une fois que le chariot se trouve devant le bon emplacement de stockage, le cariste fait pivoter les quatre roues de 90° et procède ensuite comme avec un chariot à mât rétractable conventionnel. Pour sortir de l'allée, les manœuvres se font en sens inverse.

Ces chariots possèdent une seconde originalité. Ils sont préposés à la manutention de charges longues, jusqu'à dix mètres, mais toutes les charges n'ont pas la même longueur. Leur fourche dispose donc de quatre à six dents suivant les modèles dont l'écartement est réglable, le plus souvent, à l'aide de vérins hydrauliques.

Ce type de chariot se retrouve dans la plupart des catalogues des grands constructeurs. Cependant, deux constructeurs, moins connus, s'en sont fait une véritable

spécialité et offrent des engins extrêmement performants. Ils permettent de travailler à des hauteurs jusqu'à dix mètres, peuvent avoir une capacité de plusieurs tonnes et ont des performances comparables à celles des autres chariots grande hauteur.

10. Remarques générales sur les batteries

10.1 Capacité

Les constructeurs possèdent, pour la plupart, des logiciels de calcul de capacité de batteries. Ils utilisent généralement des logiciels de simulation. Les capacités sont calculées en fonction des services attendus et des heures travaillées. Elles sont données en ampères-heure. Lors du dépouillement des offres, le concepteur prendra soin de les convertir en watt/heures car pour les chariots lourds les tensions des batteries vont de 24 à 80 volts suivant les constructeurs.

10.2 Fréquence des charges

Lors de l'exploitation, il sera judicieux de se souvenir de deux caractéristiques des batteries au plomb. La première est que la durée de vie d'une batterie est une fonction directement proportionnelle au nombre de charges, que les charges soient complètes ou seulement partielles. La mise en charge des batteries, dès que se présente une période d'inactivité du chariot alors même que les batteries ne sont pas complètement déchargées, ce qu'on appelle souvent le "biberonnage", est à proscrire absolument car elle diminue la durée de vie des batteries. La seconde est qu'une batterie qui n'est jamais suffisamment déchargée voit sa capacité diminuer progressivement et de façon irréversible. Il faut donc prévoir, de temps à autre, des décharges complètes dans la limite des préconisations du fabricant.

Si la capacité nominale des batteries ne suffit pas pour la période d'exploitation, mieux vaut acquérir un second jeu de batteries et respecter les règles précédentes. De gros efforts ont été accomplis par les constructeurs pour faciliter cet échange. Certains changeurs entièrement automatiques sont même quelquefois proposés. Sans aller jusque-là, certains chariots sont étudiés pour effectuer le changement uniquement à l'aide d'un simple transpalette.

10.3 Remplissage centralisé

Tous les constructeurs ne proposent pas, d'office, un dispositif de remplissage centralisé pour la remise à niveau de l'électrolyte. Lors de l'entretien, chaque élément de la batterie doit donc être rempli l'un après l'autre. C'est une tâche fastidieuse et les risques de débordement d'acide sont multipliés.

Il paraît judicieux de prévoir cette option, peu coûteuse, au cahier des charges.

10.4 Les batteries au gel

Depuis peu, des constructeurs proposent un nouveau type de batteries dites « au gel », appelées aussi « étanches » ou à « recombinaison des gaz ». L'électrolyte n'est plus liquide, comme dans les batteries traditionnelles, mais gélifié. Cette nouvelle génération de produit présente deux avantages très significatifs. Il n'y a plus besoin de procéder à des compléments d'eau distillée ou d'électrolyte et surtout la charge ne donne plus lieu à des dégagements d'hydrogène. Les salles de charge décrites dans un chapitre précédent deviennent, *ipso facto*, inutiles. Les chargeurs pourraient donc être répartis dans l'entrepôt, avec, comme conséquences des économies d'investissement et de déplacements.

Ces avantages ne doivent pas faire oublier les nuances suivantes :

- la réglementation n'a pas encore pris en compte ces derniers développements technologiques. La salle de charge reste donc encore obligatoire au moins dans les textes. Il est à noter cependant que la discussion est toujours possible et l'on connaît plusieurs sites qui ont supprimé leur salle de charge avec l'accord des autorités compétentes ;
- à capacité égale, ces nouvelles batteries ont des coûts sensiblement plus élevés que ceux des modèles traditionnels ;
- les réactions électrochimiques étant sensiblement plus lentes, ce type de batteries n'est pas bien adapté à une activité intensive ;
- il semble, enfin, un peu tôt pour avoir une garantie quant à la longévité effective de cette nouvelle génération.

10.5 La récupération d'énergie

Dans le souci louable d'augmenter l'autonomie des chariots, certains constructeurs proposent désormais un ensemble électronique qui permet de freiner les mouvements horizontaux, mais surtout verticaux, en transformant l'énergie cinétique en énergie électrique. L'utilisation de cette énergie récupérée économise d'autant l'énergie emmagasinée dans les batteries. Les essais effectués sur site, dans des conditions réelles d'exploitation, montrent que les gains d'autonomie réalisés sont appréciables (plus de 10 %).

11. Les transtockeurs

Inventé à la fin des années 60, le transtockeur est un engin, plus ou moins automatique, conçu pour atteindre une grande productivité dans des allées très étroites. Il s'agit d'engins très sophistiqués.

11.1 Le principe

Il est construit à partir d'un sommier qui se déplace sur un unique rail de roulement horizontal, au sol, par l'intermédiaire de deux galets dont l'un est moteur. Fixé au sommier, un mât vertical est équipé en tête de deux autres galets qui suivent un rail

de guidage horizontal parallèle au précédent, et installé en partie haute du magasin. Une plate-forme peut se déplacer le long du mât et supporte une fourche. Cette fourche est télescopique et peut se déployer d'un côté ou de l'autre pour stocker ou déstocker des charges.

11.2 Les sécurités

Lourds et rapides, les transtockeurs sont pourvus de bon nombre de sécurités obligatoires :

- sécurités automatiques d'extrémité d'allée imposant d'abord un ralentissement à une certaine distance de l'extrémité de l'allée puis arrêt total à partir d'une autre distance plus courte
- butoirs. Au cas où les deux sécurités précédentes n'auraient pas fonctionné, un butoir à absorption d'énergie est fixé au sol en bout d'allée. Il est calculé pour arrêter le transtockeur à pleine vitesse
- sécurité de case pleine. Elle interdit de stocker une charge si l'emplacement n'est pas libre
- contrôle de non-débord des charges
- contrôle de survitesse en descente
- dispositif parachute. En cas de trop grande survitesse, due à une rupture du câble par exemple, la plate-forme est stoppée par le déclenchement de coins comme dans les ascenseurs.

L'accès aux zones d'évolution des transtockeurs est également régi par des règles draconiennes. La norme européenne EN 528 ne traite que de ce sujet.

11.3 Les interfaces physiques

Pour exploiter au mieux les performances des transtockeurs automatiques et amortir au plus vite un investissement coûteux, le plus souvent une extrémité de l'allée est équipée de deux convoyeurs. Ce sont généralement des petits convoyeurs à accumulation, d'une capacité de trois à cinq places. L'un est réservé aux entrées et l'autre aux sorties. Ils sont destinés à désynchroniser l'activité du transtockeur des activités amont et aval, de telle façon que la productivité ne soit pas dégradée par les aléas extérieurs.

11.4 Les liaisons entre transtockeurs et équipements fixes

Il faut distinguer les liaisons qui concernent l'énergie de celles qui concernent l'échange d'informations.

Il y a deux technologies qui permettent d'acheminer l'énergie à des équipements mobiles : les guirlandes et les frotteurs.

Les guirlandes sont constituées de câbles très souples et le plus souvent plats. En cas d'accélérations et de décélérations brutales, les boucles se télescopent bruyamment. Pour une exploitation d'une dizaine d'heures par jour, certains constructeurs, très (trop ?) prudents, préconisent le renouvellement de ces câbles tous les ans.

La technique des frotteurs réclame un alignement très précis des rails conducteurs. Aujourd'hui, pratiquement tous les constructeurs ont adopté cette solution.

Les solutions sont plus nombreuses pour l'échange des informations. On peut énumérer :

- les échanges d'informations à poste fixe, en extrémité d'allée
- la superposition des signaux et de l'énergie par l'utilisation de fréquences adéquates, sur les mêmes conducteurs qu'ils soient à guirlandes ou à frotteurs
- l'utilisation de frotteurs spécifiques
- l'utilisation de guirlandes spécifiques
- les boucles inductives
- la transmission par signaux radio
- la transmission par signaux infrarouges.

Cette dernière technologie permet des échanges, très fiables et très rapides maintenant, à des distances pouvant atteindre deux cents mètres et c'est, sans conteste, la solution qui est à conseiller. Ces moyens s'appliquent aussi aux autres équipements mobiles à trajectoires rectilignes : ponts gerbeurs, navettes, etc.

11.5 Les transtockeurs manuels

On entend par manuel, le fait que ces transtockeurs sont pilotés par un magasinier. Une cabine, accueillant l'opérateur, est installée en face de la fourche à leur niveau. Cette cabine est équipée d'un pupitre de commande permettant de commander les translations horizontales et verticales et les mouvements de fourche quand elle existe. En effet, certains transtockeurs manuels ne sont pas construits pour le transfert des palettes et sont uniquement destinés au prélèvement des articles. D'autres modèles possèdent à la fois des fourches et une plate-forme de dépose des prélèvements dont la hauteur peut être ajustable pour faciliter le travail du préparateur.

Les transtockeurs à conducteur embarqué dépassent rarement une hauteur de prélèvement de 20 mètres. Les vitesses maximales de translation dépassent 200 mètres minute, les vitesses de levage de l'ordre de 60 mètres minute, et les vitesses de déplacement de fourches de l'ordre de 25 mètres minute. Les charges admissibles dépassent rarement la tonne. Les largeurs d'allée vont de 1,2 à 1,4 mètre.

Les remarques concernant l'assistance au positionnement des chariots préparateurs à haute levée s'appliquent aussi aux transtockeurs.

Les performances en prélèvements par heure dépendent des caractéristiques du transtockeur choisi, mais aussi de la topographie du magasin, hauteur du palettier et longueur d'allée. Elles dépendent aussi, bien sûr, du nombre d'articles par ligne de commande, de leurs dimensions ainsi que du nombre de retours nécessaires à l'origine. Chaque constructeur possède ses abaques et ses logiciels de calcul. Ces performances vont d'une dizaine d'articles à plus de cent cinquante en fonction des différents paramètres qui viennent d'être cités.

Le coût de tels engins est au minimum le double de celui de chariots combinés.

11.6 Les transtockeurs automatiques

Les transtockeurs automatiques peuvent être équipés d'une cabine élevable comme dans le cas des transtockeurs manuels ou d'une cabine non élevable au niveau du sommier ou ne pas posséder de cabine du tout.

Les hauteurs desservies par ce type de matériel peuvent atteindre 45 mètres (record européen, semble-t-il !). Les largeurs d'allée vont de 1,2 à 1,5 mètre. Les vitesses de déplacement sont comparables à celles des vitesses des transtockeurs manuels, par contre les charges peuvent atteindre plusieurs tonnes.

Les variantes sont nombreuses : modèles bi-mât pour charges lourdes, modèles à plusieurs fourches, deux ou trois, modèles conçus pour les changements d'allée, modèles à fourche spécifique. Des transtockeurs spéciaux sont construits, par exemple, pour le stockage de carrosseries de voitures ou pour des charges longues.

11.7 Les transtockeurs à accumulation

Pour répondre à certaines caractéristiques de stock, en particulier de nombreux articles de même référence, des constructeurs proposent des transtockeurs un peu particuliers. Un petit chariot remplace la fourche classique. Celui-ci est capable de quitter latéralement le transtockeur et de se déplacer avec une charge dans des alvéoles en forme de couloirs, comme dans le cas d'un stockage dynamique. Ce petit chariot s'appelle suivant les constructeurs : « satellite », « transferobot », « furet » ou « renard ». Il est relié au transtockeur proprement dit par un cordon ombilical chargé d'amener l'énergie électrique nécessaire à sa translation et au levage de la palette. Il possède son propre automatisme et ses propres capteurs. La profondeur des couloirs peut atteindre une dizaine de mètres. Ils peuvent être desservis par un seul transtockeur, et alors la règle de gestion est obligatoirement de type LIFO. Ou bien, ils peuvent être desservis par deux transtockeurs, l'un étant affecté aux entrées et l'autre aux sorties, avec une règle de gestion de type FIFO.

Ce type d'installation est très dense et se rencontre dans les productions de masse à peu de références et avec un trafic moyen, eaux minérales par exemple ou poudres de lessive.

11.8 Les cycles simples et combinés

Les transtockeurs accomplissent, suivant les périodes d'exploitation, les quatre cycles suivants : stockage, déstockage, cycle combiné enchaînant une opération de stockage et une opération de déstockage et, plus rarement, une permutation de charge à l'intérieur du palettier.

Un cycle simple de stockage comprend les opérations élémentaires suivantes :

- positionnement en origine
- cycle carré de la fourche pour la prise, sortie en position basse, levée et retour
- déplacement vers l'adresse de stockage, accélération, décélération et positionnement précis
- cycle carré de la fourche pour la dépose, sortie en position haute, descente et retour.

Le cycle de déstockage reprend la même séquence mais en sens inverse.

La permutation enchaîne les deux séquences précédentes l'une à la suite de l'autre sans passage à l'origine. Attention ! Cette manœuvre doit rester exceptionnelle car il y a risque de cumul des imprécisions de positionnement et l'on peut rapidement sortir des limites des tolérances autorisées. Un passage à l'origine garantit la prise de la palette dans une position très précise.

L'enchaînement de plusieurs séquences de stockage (ou de déstockage) consécutives entraîne la moitié des mouvements de translation ou de levage à vide. Pour pallier cette perte de productivité, le concepteur doit exploiter la notion de cycle combiné. Un cycle combiné est l'enchaînement d'un cycle de stockage puis d'un cycle de déstockage. Dans ce cas, le transtockeur n'effectue plus à vide que le trajet qui sépare la position de dépose de la position de prise dans le palettier.

Comme la position de prise est presque toujours imposée (gestion en FIFO, épuisement d'un lot, etc.), l'automatisme devra choisir la position de dépose la plus proche de la position de prise imposée pour réduire au minimum le trajet à vide. Une organisation qui privilégie les cycles combinés permet souvent d'améliorer la productivité d'un facteur de 1,3 (voir figure 17.3).

11.9 Les changements d'allées

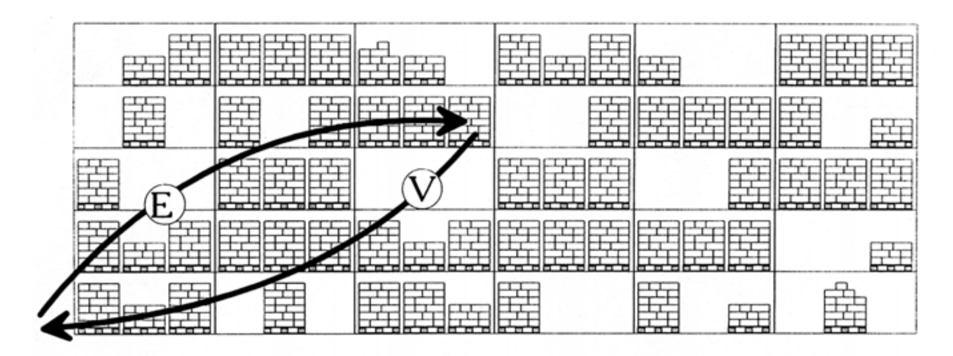
Les transtockeurs, pour séduisants qu'ils soient, présentent un inconvénient certain. En effet, il existe une certaine corrélation entre le nombre de palettes stockées dans une allée et les flux correspondant à ces palettes.

On connaît les valeurs typiques d'une longueur d'allée (entre 80 et 120 mètres) et d'une hauteur de stockage (entre 15 et 25 mètres). Il est possible d'en déduire la capacité d'une allée en palettes (entre 1 500 et 3 000 palettes). On connaît également la valeur typique de performance (entre 40 et 60 mouvements de palettes à l'heure) d'un transtockeur.

Si les palettes résidant dans une allée sont soumises à un flux très sensiblement inférieur (e.g. ≤ 50 %) à ce que peut accomplir un transtockeur, la crainte d'un surinvestissement pourrait décourager l'étude de cette solution. Aussi, certains constructeurs ont-ils étudié des transtockeurs capables de changer d'allée.

Deux technologies existent. Soit les transtockeurs sont autonomes, ils ont alors un des deux galets porteurs qui est orientable et les rails haut et bas ont des aiguillages qui permettent les manœuvres. Soit les transferts d'allées se font par l'intermédiaire d'un pont transbordeur. Celui-ci coûte déjà à lui tout seul l'équivalent du prix d'un transtockeur, voire plus chez certains constructeurs. Il faudra donc que la surcapacité soit au moins égale à deux équipements pour envisager ce scénario.

Ces deux solutions demandent une place non négligeable en fonds de magasin pour effectuer les manœuvres de changement d'allées. Il est à noter également que les temps de cycles risquent de se dégrader sensiblement. C'est pourquoi l'algorithmique décidant du changement doit être particulièrement soignée. Certains logiciels prennent en compte jusqu'à sept paramètres.



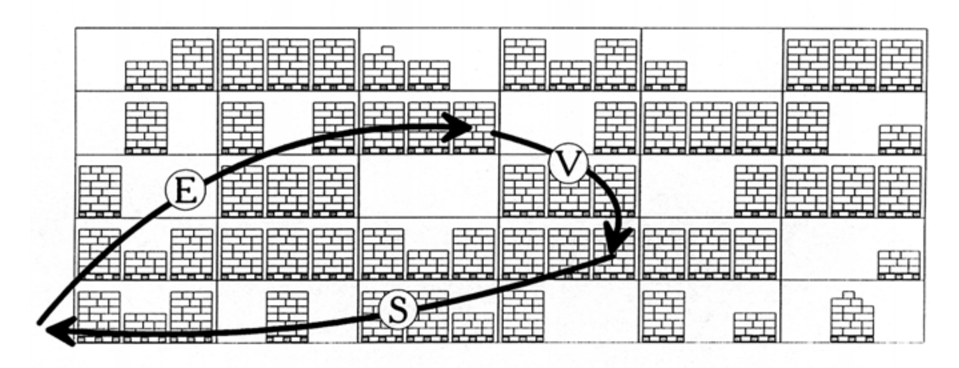


Figure 17.3 – Cycle simple et cycle combiné

11.10 Le calcul des performances

La Fédération Européenne de la Manutention a formalisé une méthode de calcul et de vérification des performances. Ces documents (FEM 9831 et FEM 9851) proposent, en particulier, des scénarios basés sur des points d'accès théoriques correspondant à des cas d'application fréquemment rencontrés.

Cette méthodologie a le très grand intérêt d'être commune à tous les constructeurs. Elle permet donc, avant de choisir un fournisseur, de disposer de valeurs comparables dans les différentes offres. Après la réalisation, elle permet de construire des cahiers de tests facilement admis par les parties prenantes.

11.11 Le montage des transtockeurs

Le mode opératoire de montage des transtockeurs dans le bâtiment doit être décidé, si possible, avant la passation du marché de la construction. Sinon, les contraintes de manutention généreront des dépassements de budget soit du lot bâtiment, soit du lot transtockeurs, soit des deux.

Le mât d'un transtockeur mesure souvent plus de 20 mètres et pèse jusqu'à 10 tonnes. Il doit être fixé sur son sommier avec la précision que l'on devine et ce, sur place, car l'ensemble ne peut pas arriver monté en usine.

Il existe deux façons de procéder. La première consiste à introduire le mât par un pignon, dans la seconde, l'introduction se fait par le toit.

La première méthode nécessite l'utilisation de deux grues, l'une supportant la tête du mât, l'autre le pied. Elles peuvent donc effectuer le basculement. Cette solution implique que le pignon soit stable sans entretoisements qui gêneraient le passage des flèches des grues et du mât. La conception de la construction doit tenir compte de cette contrainte ou il faudra sur place procéder à des renforcements provisoires, le temps du montage, opérations longues, difficiles et coûteuses.

La seconde formule conduit à prévoir le démontage facile d'une partie de la toiture et la fixation aisée de rambardes de sécurité car un monteur sera perché là-haut pour guider la manœuvre. Elle ne nécessite que l'utilisation d'une seule grue, mais de taille. La photo ci-après (Figure 17.4) illustre l'introduction d'un mât de 23 mètres à l'aide d'une grue dont la longueur de flèche est de 60 mètres. Le nombre de ces grues est très limité, il est donc indispensable de :

- les retenir longtemps en avance (plusieurs mois)
- demander les autorisations nécessaires car le déplacement de la grue est un transport exceptionnel
- respecter scrupuleusement la planification du projet
- s'assurer que le terrain où la grue sera installée a la résistance nécessaire
- croiser les doigts, enfin, pour que le jour prévu les vents soient favorables c'est-à-dire nuls ou très faibles.

L'énumération de toutes ces contraintes montre l'obligation d'une organisation sans faille.

Si l'une des conditions n'est pas remplie, le projet risque de prendre plusieurs jours, voire plusieurs semaines, de retard.

11.12 Le contrôle gabarit

Un transtockeur automatique exige des palettes dont aucune charge ne déborde au-delà de ce qui a été prévu. Cette exigence est justifiée par l'absence d'opérateur, l'étroitesse des allées et les grandes vitesses de déplacement. Ce contrôle peut se faire à poste fixe, en amont du poste de prise par le transtockeur. Il ne sera pas trop loin, pour que la palette ne coure plus le risque d'être dégradée. Il ne sera pas non plus trop près pour que l'accès reste facile s'il y a obligation d'intervenir pour restaurer la qualité de la palettisation.



Figure 17.4

Deux solutions existent. La première utilise des cellules photo-électriques standards et effectue le contrôle lors des déplacements de la palette. Une cellule à faisceau horizontal contrôle la hauteur de la palettisation ; et deux paires de cellules à faisceaux verticaux contrôlent la longueur et la largeur. Comme les mesures se font au défilement, elle exige au moins deux convoyeurs perpendiculaires. Cette solution est économique si les convoyeurs existent. Elle est peu ergonomique, car il doit être possible de retirer la palette non conforme à deux endroits différents et pas toujours à proximité du poste de dépose.

La seconde solution utilise des cellules photo-électriques à balayage dont les faisceaux explorent les cinq faces à contrôler. La palette est à l'arrêt. Le poste de contrôle peut être la position de dépose ou la position suivante, ce qui permet au cariste qui vient de charger d'effectuer immédiatement la rectification s'il y a lieu. Cette solution est recommandée même si elle est sensiblement plus coûteuse.

11.13 Les mini transtockeurs

Il existe des modèles dérivés de la gamme précédente. Ils sont prévus pour des charges d'une cinquantaine de kilos ou moins. Ils travaillent jusqu'à des hauteurs de cinq à huit mètres et dans des allées de soixante à quatre-vingts centimètres. Ils ont des vitesses tout à fait comparables à celles de leurs grands frères.

Les charges sont souvent rangées dans des bacs ou des tiroirs. Ce genre de matériel est parfaitement adapté aux petites pièces des industries mécaniques et électroniques, à des archives vivantes. Il peut même convenir aux livres d'une bibliothèque municipale pour autant, tout de même, que celle-ci veuille présenter, à tout prix, une vitrine high tech.

Pour des dimensions courantes de meubles de stockage, six mètres de hauteur par vingt mètres d'allée par exemple, en première approche on peut compter une soixantaine de mouvements en cycles combinés. Ces valeurs devront être affinées dans la suite de l'étude.

12. Le stockage automatique à chariots autonomes

Pour résoudre le problème de la corrélation entre le volume du stock et l'intensité des flux, évoqué un peu plus haut, un constructeur a mis au point un nouveau concept.

12.1 Le principe

Le palettier lui-même ressemble au palettier desservi par un transtockeur à quelques différences près : des rails à tous les niveaux de chaque allée. Ce sont des chariots qui assurent l'ensemble des transferts de palettes.

Un chariot charge une palette à un poste d'entrée, puis va se diriger vers un ascenseur spécial qui va le conduire au niveau de stockage choisi. À cet étage le chariot peut se déplacer dans des allées transversales et longitudinales pour rejoindre l'adresse de stockage déterminée. Il va ensuite y déposer sa charge.

Alors qu'une allée desservie par des transtockeurs n'a qu'une voie de roulement, au sol, une allée desservie par ces chariots possèdent autant de voies de roulement que de niveaux de stockage.

12.2 Les avantages et les inconvénients

Les avantages de ce système sont nombreux. Citons notamment :

- une indépendance totale entre la capacité de stockage et les flux. Le stock peut être très important et le nombre de chariots faible ou l'inverse
- une bonne survivabilité car chacun des chariots peut atteindre toutes les positions de stockage. La panne d'un transtockeur interdit provisoirement l'accès à l'ensemble des palettes déposées dans l'allée concernée, ce n'est plus le cas ici.
- une précision plus facile à atteindre que dans le cas d'un transtockeur car moins de paramètres se cumulent
- la possibilité pour les chariots de sortir du palettier pour atteindre des postes de prise ou de dépose statiques donc économiques
- des descentes de charge au sol relativement faibles car bien réparties
- une excellente évolutivité concernant les flux. Le nombre de chariots peut être augmenté à la demande
- une excellente phasabilité également pour les mêmes raisons
- un palettier se prêtant particulièrement bien au concept de « bâtiment parapluie ». L'entretoisement à tous les étages d'une allée conduit à une excellente stabilité de l'ensemble.

Les inconvénients de ce concept sont peu nombreux mais ils peuvent s'avérer dissuasifs. Il s'agit principalement des contraintes rencontrées lors de la panne d'un chariot planté au centre du palettier et du niveau de prix actuel d'une installation complète.

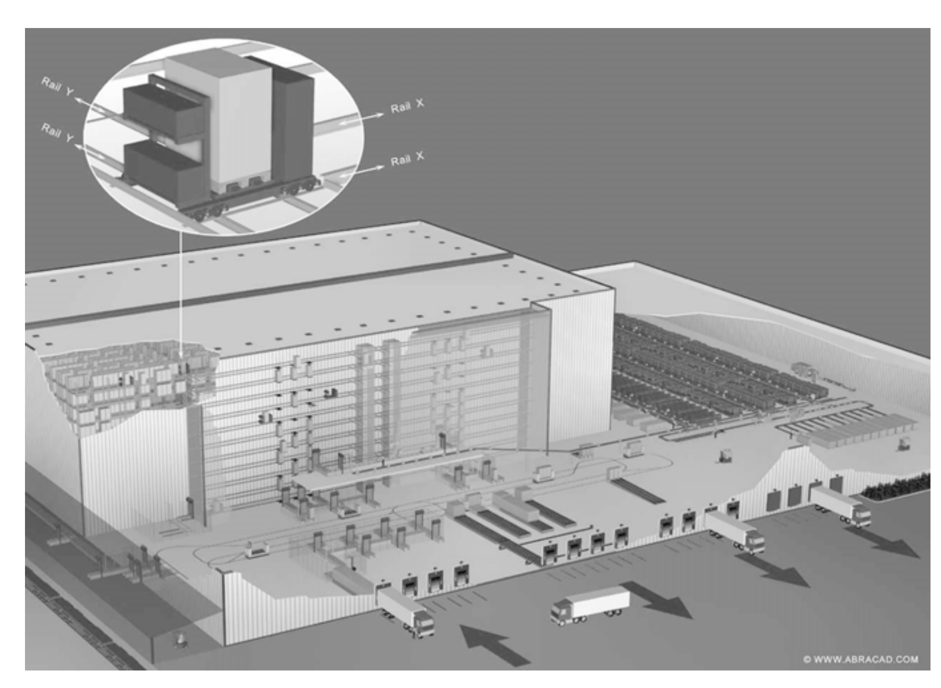


Figure 17.5

13. Les armoires rotatives

13.1 Le principe

On parle aussi de stockage vertical rotatif et quelquefois, à tort, de Pater Noster. Les armoires rotatives sont des équipements qui sont construits autour de deux axes horizontaux superposés distants de plusieurs mètres, entre deux et douze. Ces axes sont pourvus, à leurs extrémités, de grands pignons sur lesquels sont tendues deux chaînes sans fin. Entre ces chaînes sont fixées des balancelles horizontales supportant des plateaux, des casiers ou des bacs de rangement. La largeur de ces armoires peut atteindre quatre ou cinq mètres et leur hauteur quinze mètres.

La mise en rotation des axes fait défiler les balancelles devant une ouverture à hauteur ergonomique. Les opérateurs peuvent alors arrêter la balancelle qui les intéresse et procéder aux opérations de dépose ou de prélèvement.

Le plus souvent ces armoires ont un automatisme qui permet d'appeler la bonne balancelle avec le choix du sens de rotation correspondant au déplacement minimal. Quelquefois l'automatisme comprend, également, une aide à l'opérateur qui indique par un voyant lumineux le casier où se trouvent les articles à prélever (version simplifiée d'un système « Pick to Light »).

Certains constructeurs proposent des accès avant et arrière, ou même des accès à plusieurs niveaux. Lors de l'étude, il sera bien pris en compte que, lors de la présentation d'une balancelle devant un accès, il est peu vraisemblable que la balancelle qui sera présente au second accès soit celle qu'attend le second opérateur. Les prélèvements ne pourront donc pas être simultanés, et il faudra étudier un dispositif de synchronisation.

Les armoires rotatives se trouvent souvent dans les industries électroniques et pharmaceutiques pour le rangement de petits composants ou de petits conditionnements. Dans les industries mécaniques, elles servent au rangement du petit outillage et des pièces de rechange.

Sur le même principe, il existe des installations spéciales plus lourdes destinées au stockage des flans de tôles ou d'autres articles pondéreux. On parle alors de « Pater Noster ». (Les mauvaises langues affirment que si les équipements portent ce nom c'est qu'il faut beaucoup prier pour qu'ils veuillent bien fonctionner. C'est bien sûr totalement faux !).

13.2 Les avantages et les inconvénients

Ces armoires permettent une bonne utilisation de la hauteur si l'on se trouve devant un local à grande hauteur de plafond. La compacité du stockage est excellente pour de petits objets (e.g. composants électroniques). Les articles sensibles sont bien protégés (e.g. articles de bijouterie). La préparation de commandes est très ergonomique (pas de déplacement, préhension à hauteur idéale).

L'inconvénient principal réside dans la difficulté d'équilibrer les poids supportés par les deux brins des chaînes, le brin avant et le brin arrière. Certains constructeurs, peu consciencieux, fournissent des armoires qui ne tolèrent pas plus de 20 % de

déséquilibre. Or l'équilibre est pratiquement impossible à obtenir. D'une part, à chaque mouvement de chaînes, la définition des brins change et un réarrangement continuel n'est par envisageable de façon réaliste. En cas de déséquilibre sur ces équipements, les charges dévirent et les articles se retrouvent tous en bas de l'armoire. Imaginez ce que cela pourrait donner, si les pièces stockées étaient des pièces de rechange destinées à l'entretien des avions, perte de temps, risque de confusion lors de la remise en bacs, etc.

Les constructeurs sérieux proposent des équipements qui acceptent des déséquilibres pouvant atteindre 80 %. Ne pas omettre de spécifier dans les cahiers des charges, le déséquilibre que l'on souhaite imposer.

14. Les silos à tiroirs

Pour éviter le problème du déséquilibre, des constructeurs ont mis au point une armoire de stockage qui fonctionne différemment. Un dispositif mécanique va chercher automatiquement un tiroir qui peut être de grandes dimensions (3 X 0,8 mètre) et le présente à hauteur ergonomique au magasinier. Les tiroirs sont pourvus de cloisonnements qui permettent le rangement d'un grand nombre de références. Le temps séparant la présentation de deux tiroirs consécutifs n'est pas négligeable. Il est sensiblement plus long que celui séparant la présentation de deux balancelles avec des armoires rotatives. C'est l'inconvénient de ce système.

15. Les carrousels

Les carrousels horizontaux sont des équipements qui sont construits, eux, autour d'axes verticaux. Des balancelles sont suspendues aux maillons d'un convoyeur aérien en boucle fermée. Elles supportent des tablettes ou des casiers de rangement. La hauteur du dernier plan de pose est de l'ordre de 1,6 mètre. La longueur du convoyeur n'est pas limitée par des contraintes technologiques mais seulement par les temps d'accès. Certains constructeurs proposent des installations jusqu'à 50 mètres. Les balancelles peuvent supporter des charges dépassant 500 kg. Les vitesses de défilement peuvent atteindre 25 mètres minute.

Pour des raisons de sécurité, le carrousel ne peut être mis en mouvement que lorsque les portes du poste de travail sont fermées. Dans le dimensionnement du projet, tenir compte des temps d'ouverture et de fermeture de ces volets de protection. La largeur de ce stockage, de l'ordre du mètre, permet la desserte de plusieurs équipements par un seul opérateur. Cette disposition permet à un équipement de se mettre en place en temps masqué pendant que le magasinier travaille sur l'autre.

Des réalisations industrielles ont marié les carrousels et les transtockeurs. Un transtockeur, dans ce cas, dessert plusieurs carrousels. La compacité de ce type d'installation est excellente de même que les temps d'accès. En effet, beaucoup de déplacements peuvent se faire en temps masqué pour autant que les mouvements à faire soient connus à l'avance et que l'automatisme de l'ordonnancement des tâches soit bien conçu.

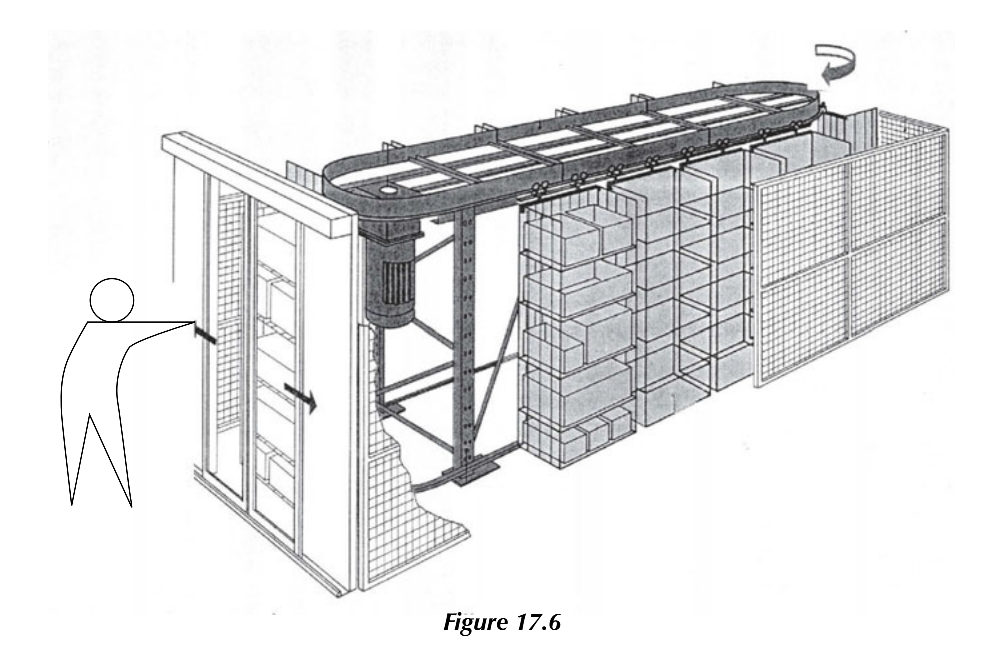


Figure 17.6

16. Les automates de préparation de commandes

16.1 Le principe

Les machines de préparation de commandes les plus courantes sont construites autour d'un convoyeur horizontal à bande. Des chargeurs sont répartis de part et d'autre de ce convoyeur. Ces chargeurs contiennent des articles stockés en piles et sont équipés, à leur base, d'un extracteur rapide.

Le fonctionnement de ces machines est le suivant. L'automatisme affecte, à un moment donné, une zone du convoyeur (une portion de la bande, environ 1 mètre) à une commande. Quand ce secteur de bande passe en face d'un chargeur contenant une référence correspondante à une ligne de la commande, l'automatisme actionne l'extracteur autant de fois que la ligne comporte d'articles. Cette opération se répète pour chaque référence. Quand la zone affectée arrive en extrémité de convoyeur, tous les articles s'y trouvent rassemblés en tas. Il suffit de les déverser dans un bac ou une caissette qui sera dirigé vers la zone de conditionnement. Dès son départ, un nouveau bac sera présenté pour accueillir les articles de la commande suivante, et ainsi de suite.

Des opérateurs sont répartis autour de la machine pour compléter les chargeurs au fur et à mesure qu'ils se vident. Pour ce faire, le plus souvent, ils disposent, derrière eux, de stockages dynamiques. Ce type d'équipement est très performant, pouvant préparer dix à vingt commandes à la minute, le nombre de lignes par commande

étant indifférent. Le nombre d'articles par ligne, par contre, peut ralentir le système, cela dépendra de la longueur du secteur, du nombre d'articles et de la vitesse des extracteurs. Il est à noter que la longueur des zones peut être calculée en temps réel en fonction de ce paramètre. Il est particulièrement bien adapté à la distribution pharmaceutique : petits conditionnements bien calibrés, produits à forte valeur ajoutée et délais de livraison impératifs et très courts.

Si le principe reste le même, de nombreuses variantes existent en fonction du nombre de références à traiter et des performances attendues. Des modèles ont été étudiés pour des boissons en boîtes, pour des cassettes audio et vidéo, etc. Certains modèles traitent les SPCB, cartouches de cigarettes par exemple.

16.2 Les avantages et les inconvénients

Les avantages sont évidents et découlent directement de la description ci-dessus. Les deux inconvénients sont le prix de ces équipements et le temps mis au réapprovisionnement des chargeurs. En ce qui concerne le prix, l'investissement ne pourra vraisemblablement se justifier que pour une durée d'utilisation relativement longue couvrant deux postes (travail sur 12 ou 16 heures). Quant au temps de réapprovisionnement des chargeurs, il ne faut pas le sous-estimer, ce que l'on serait naturellement tenté de faire. Ce temps est relativement important. Il est à calculer pour chaque application en fonction des données dynamiques recueillies.

17. L'ACCUEIL DES PRÉLÈVEMENTS MANUELS

L'objectif de ces équipements auxiliaires est de minimiser les déplacements du préparateur et de lui rendre la tâche la plus aisée possible.

Pour les chariots destinés aux prélèvements manuels, une excellente façon de procéder est de concevoir un modèle simple adapté à la morphologie des articles concernés. La figure 17.7 donne l'exemple d'un chariot adapté au prélèvement de rouleaux de papier peint au détail. Il peut être poussé à la main ou embarqué sur un chariot préparateur à basse levée. Chaque casier est affecté à une commande ou partie de commande. En bout d'allée, le préparateur peut retourner les casiers et commencer à remplir ceux qu'il vient de placer, libres, en face de lui. Ce chariot est dérivé du roll caddy qui peut convenir tel quel dans bien des cas.

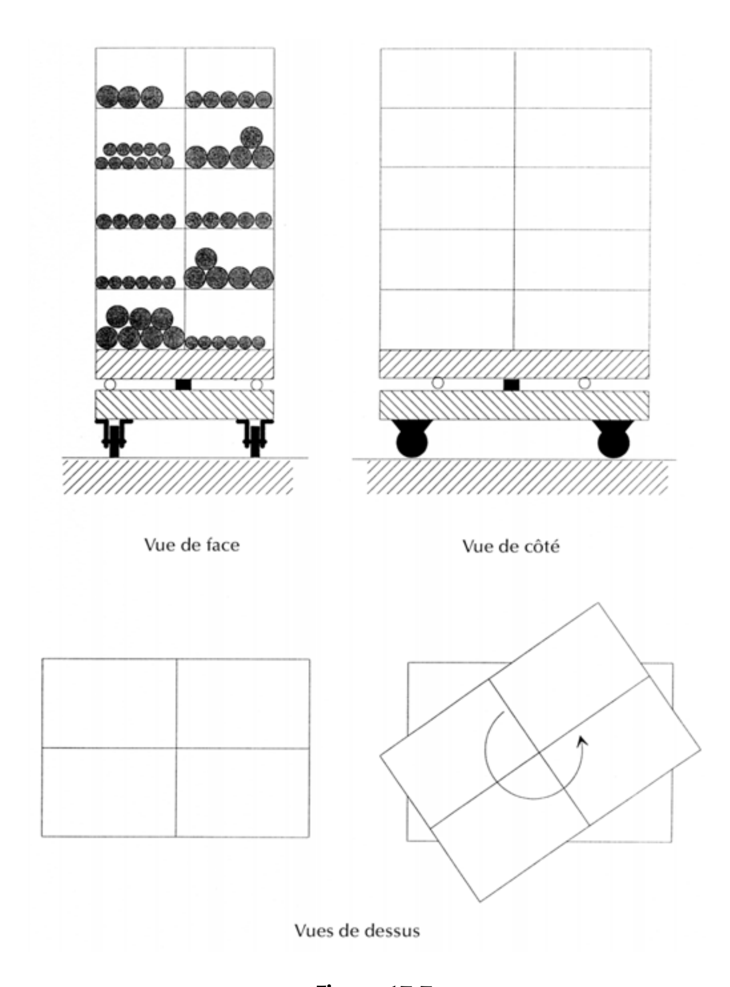


Figure 17.7

18. Les robots préparateurs

18.1 Les robots à poste fixe

Des robots fixes peuvent être une excellente solution dans le cas de préparation de commandes comportant des colis standards en grande quantité pour une même référence. Des robots dépalettiseurs peuvent saisir des colis, un par un, sur une palette et les déposer sur un convoyeur, concept de « Pick to Belt » et « Pick and Sort ».

Cette disposition peut se justifier, pour les références de tête (les premières de la classe « A ») si les cadences sont importantes (un robot peut aisément traiter 200 cartons à l'heure). Il faut également que la durée quotidienne d'exploitation

soit suffisamment longue, comme pour tout équipement automatique un peu sophistiqué. La solution d'un robot desservant deux palettes de deux références différentes peut également s'envisager, mais attention, les cadences diminuent rapidement.

Il restera à résoudre l'alimentation automatique des postes robotisés en palettes pleines et l'évacuation automatique de palettes vides.

18.2 Les robots mobiles

Quelques installations ont été réalisées en réunissant la technologie des robots et celle des chariots filoguidés ou des transtockeurs. Elles ont, pour la plupart, un côté un peu expérimental ou une très forte motivation de prestige. Elles ont vu le jour, notamment, dans la vente par correspondance et dans les bibliothèques.

Ce type d'équipement cumule toutes les difficultés :

- le positionnement précis
- la reconnaissance de forme par visionique en vrac volumique
- et la préhension d'objets divers à la morphologie souvent mal maîtrisée.

Tout cela fait, que, en aucun cas à ce jour, il puisse s'agir d'équipements sur catalogue.

19. Les palettiseurs

Il faut distinguer les palettes homogènes ou relativement homogènes qui ont un ou deux modèles différents de couches et les palettes plus variées avec des articles et des plans de palettisation multiples. Dans le premier cas, on utilise des équipements qui construisent un lit, puis le font glisser sur la palette en cours de constitution et ainsi de suite. Dans le deuxième cas, ce sont les robots, plus flexibles qui s'imposent. Ils peuvent être de type articulé ou, plus fréquemment, cartésien. Du fait de l'hétérogénéité des charges que l'on rencontre universellement en préparation de commandes, ce sont des équipements que l'on ne rencontre pratiquement jamais en entrepôt. Ils sont réservés aux fins de lignes de production.

20. Les différents convoyeurs

La vocation de cet ouvrage n'est pas d'aborder tous les équipements de manutention, aussi ne seront mentionnés ici que les convoyeurs les plus fréquemment rencontrés dans les magasins.

20.1 Le convoyage des palettes

Si le déplacement des palettes se fait dans le sens de la longueur, on utilise des convoyeurs à rouleaux. Si le déplacement doit se faire dans le sens de la largeur, les rouleaux ne peuvent plus être utilisés car les longerons de la palette sont trop étroits pour ne pas cahoter. Ce sont alors les convoyeurs à chaînes qui sont

adoptés. Ils peuvent être bichaînes ou trichaînes suivant la qualité des palettes et leur poids.

Ces convoyeurs doivent souvent faire de l'accumulation. Pour ce faire, on peut découper le convoyeur en modules ayant chacun sa propre motorisation. Les palettes avancent ainsi de place en place. Les modules peuvent être de la taille d'une seule palette et autoriser de cette manière une exploitation souple et rapide. Mais le plus souvent on choisit, pour des raisons économiques évidentes, des modules pouvant recevoir trois ou quatre palettes. On remplit alors le premier module par avances successives, puis on effectue le transfert d'un module au suivant par trains complets de trois ou quatre palettes. L'automatisme devra permettre l'avance forcée de trains incomplets, s'il y a urgence à vider le convoyeur ou en fin de journée. En cas d'entrées et de sorties aléatoires, l'exploitation doit choisir entre une perte de capacité de stockage ou une perte de temps.

Les changements de direction, les convergences et les divergences s'effectuent à l'aide de deux technologies différentes : les tables croisées ou les tables tournantes. Le principe de la première consiste à élever ou à baisser des chaînes entre des rouleaux. La palette est entraînée par le brin le plus haut. Le changement de direction est obligatoirement orthogonal et les deux convoyeurs sont à des niveaux différents (quelques centimètres). La séquence est la suivante :

- arrivée de la palette en position et arrêt du premier convoyeur
- mouvement de descente du premier convoyeur ou de levée du second
- départ de la palette sur le second convoyeur.

Le principe de la table tournante est d'avoir un module de convoyeur de la dimension d'une palette installé sur une table qui peut pivoter pour se mettre en face du second convoyeur. La séquence est alors la suivante :

- transfert de la palette du premier convoyeur sur la table
- arrêt du module convoyeur de la table et rotation de la table
- transfert de la palette de la table vers le second convoyeur.

20.2 Le convoyage des colis et des bacs

Ce convoyage se fait par deux grandes familles technologiques : les convoyeurs à bandes (ou à tapis) et les convoyeurs à rouleaux :

- Les convoyeurs à bandes sont plutôt destinés à des articles légers et de formes variables. Ils sont bien adaptés aux tronçons rectilignes mais nécessitent des aménagements pour les changements de direction, les aiguillages divergents et convergents et les accumulations.
- Les convoyeurs à rouleaux demandent des charges à fond plan et d'une certaine dimension pour pouvoir porter simultanément sur plusieurs rouleaux. Ils sont généralement plus bruyants que les convoyeurs à bandes.

Une remarque s'impose au sujet des convoyeurs gravitaires. Bien sûr, *a priori*, il semble extrêmement séduisant d'économiser des moteurs. Mais une nouvelle fois, il convient de faire attention au comportement des charges tantôt lourdes et tantôt

légères sur des pentes qui varient entre 2 et 3 %. On n'est jamais certain que les colis légers iront en bout de course si l'on ne veut pas que les plus lourds arrivent, eux, trop brutalement. Du fait des vitesses non maîtrisées, il est très délicat, et par conséquent déconseillé, d'automatiser les convoyeurs gravitaires (comptage, contrôle de saturation, etc.).

20.3 Les convoyeurs aériens

Les convoyeurs aériens présentent le grand avantage de laisser le sol libre et aussi l'espace pendant les périodes où il n'y a pas de trafic ; par contre les charges sont suspendues et sont donc moins facilement déposées ou reprises.

Dans ce cas aussi, on distingue deux grandes familles technologiques : les convoyeurs à chaînes et les chariots automoteurs. La première catégorie est bien adaptée à des trafics denses ; la seconde à des transferts peut-être moins nombreux mais sur des distances importantes et avec des parcours complexes.

Les convoyeurs à chaînes sont à simple voie ou à double voie. Dans le premier cas, les crochets ou balancelles qui supportent les charges sont solidaires de la chaîne. Il n'y a donc pas de déviations ou d'accumulations possibles. Ce type de matériel, que l'on appelle aussi « monorail » ou « overhead », est destiné à des transferts très simples qu'on ne rencontre pratiquement pas dans les magasins. Le second type, dénommé aussi « bi-rail » ou « power and free », a une voie qui supporte la chaîne et une seconde qui supporte les chariots. La chaîne est équipée de doigts qui entraînent les taquets escamotables des chariots. L'effacement de ces taquets permet la désolidarisation de la chaîne et des chariots, et donc les déviations et les accumulations. Ce genre de convoyeurs peut également servir à tracter des chariots au sol par l'intermédiaire de tirants.

21. Les chariots autoguidés

Les chariots autoguidés peuvent être utilisés pour la manutention de palettes sur des trajets multiples et relativement longs avec des flux relativement faibles. Leur coût, environ quatre fois le prix d'un chariot élévateur à fourche frontale, n'est pas forcément dissuasif. Il existe deux modes de guidage principaux.

21.1 Les chariots filoguidés

Parmi les chariots autoguidés, les filoguidés sont les plus universellement utilisés. Le principe du filoguidage consiste à équiper les chariots de bobines détectrices capables de capter les signaux émis par des conducteurs électriques. Ceux-ci sont noyés dans le sol et parcourus par des courants de fréquences adaptées ou par des trains d'impulsions. L'automatisme embarqué traite les signaux captés et en déduit la trajectoire que le chariot doit suivre.

Les chariots sont à charges portées par des modules de convoyeur embarqués ou à fourches. Ils présentent le grand avantage de laisser l'espace libre entre deux

passages. Le sol doit avoir été conçu pour ce type d'installation ; car il doit posséder des caractéristiques magnétiques bien définies, ce qui impose, en particulier, un ferraillage de la dalle suffisamment profond.

Le changement d'itinéraire, lors d'un réaménagement de l'entrepôt, est bien sûr possible mais la modification du réseau filaire est plus contraignante que le déplacement de balises ou l'apprentissage d'un nouveau plan de « vol » comme le demande seulement la technique suivante.

21.2 Le guidage par balises

Le guidage par balises progresse lentement mais sûrement. Le principe en est le suivant. Le chariot est équipé d'un lecteur laser tournant. Ce lecteur est capable de lire des codes à barres placés sur des potelets (balises) judicieusement répartis dans la zone d'évolution des chariots. La distance de lecture est importante ; elle dépasse la dizaine de mètres. Le lecteur transmet à l'automatisme les codes lus et l'angle sous lequel ils ont été lus. L'automatisme va donc faire le point en permanence, comme le ferait n'importe quel navigateur après avoir observé la position des phares de la côte. Sachant où il se trouve et ayant mémorisé lors d'un apprentissage préalable l'itinéraire qu'il doit suivre, le chariot calcule en permanence les commandes nécessaires de changement de direction. Lors de la conception, il faut prévoir que le lecteur puisse avoir toujours quatre balises dans son horizon. Il pourra ainsi « survivre » avec trois seulement, la quatrième étant accidentellement occultée par un quelconque obstacle.

21.3 Les autres systèmes de guidage

L'optoguidage n'a pas connu le développement auquel on aurait pu s'attendre. Son principe était de remplacer les capteurs inductifs des chariots par des capteurs optoélectroniques et le fil par une bande blanche, peinte au sol.

Le guidage par détecteurs de proximité, apprentissage des itinéraires et systèmes d'automatisme à base de logique floue, ne semble pas avoir encore quitté les laboratoires.

22. Les machines de tri

Les machines de tri peuvent avoir deux rôles à remplir dans les magasins : regrouper les différents articles d'une même commande ou regrouper les différentes commandes ayant la même destination (constitution de tournées, regroupement par transporteur, pré-tri postal, etc.). Ces machines font appel à de nombreuses technologies aux performances très différentes.

22.1 Les machines à poussoirs

C'est le trieur le plus rustique et par conséquent le plus économique. Des poussoirs, mus le plus souvent par des vérins pneumatiques, sont répartis sur un côté d'un convoyeur à bande. Quelquefois ils sont sur les deux côtés, en quinconce. En face de chaque poussoir, de l'autre côté du convoyeur principal, se trouve un convoyeur secondaire à gravité ou une simple glissière. Quand un colis passe au niveau de la sortie à laquelle il est destiné, le poussoir est actionné et propulse le colis vers la glissière. Ce système, un peu rudimentaire, a l'avantage de la simplicité ; mais il est peu rapide et peut avoir tendance à ne pas pousser les charges avec tous les égards qui leur sont dus. Ces machines ne sont pas à conseiller pour des cadences supérieures à 1 200 ou à l'extrême 1400 colis à l'heure. Cette fourchette dépend du poids et de la fragilité des articles à trier ainsi que des constructeurs.

22.2 Les machines à écharpes

Ce type de machines, plus évolué, remplace les poussoirs par des sortes de volets qui viennent se mettre en place en travers du convoyeur principal avant l'arrivée de la charge. Le colis en arrivant sur cette écharpe et en glissant sur celle-ci, est dévié vers la sortie. Les machines les plus rapides ont même des écharpes motorisées. La motorisation de ces écharpes consiste à les pourvoir d'un micro-convoyeur vertical sur lequel vient buter le colis pour accélérer l'éjection. Les cadences de ces équipements sont sensiblement supérieures aux précédentes.

22.3 Les trieurs à galets déviateurs

Dans cette technologie, une rangée de galets est placée immédiatement en amont de chaque sortie. Ces galets sont pourvus de bandages à très fort coefficient de frottement. Lorsqu'un colis se présente devant eux et qu'il ne doit pas être dévié, les galets sont escamotés en dessous du niveau du convoyeur principal. Lorsque le colis doit être dévié, les galets sont remontés légèrement au-dessus du niveau du convoyeur. Comme les galets ont une orientation à 45° par rapport à l'axe de défilement, le colis est éjecté vers le convoyeur secondaire. Une autre solution consiste à installer les galets au même niveau que le convoyeur principal et c'est alors la commande de l'orientation des galets qui fait la déviation. Les cadences obtenues avec ces équipements se situent généralement entre 3 et 4 000 colis à l'heure.

22.4 Les machines à taquets mobiles

Ce modèle de machine fait appel au principe de loin le plus ingénieux. Il permet à la fois des grandes cadences et un grand respect des articles manipulés. Les cadences se situent entre 8 000 et 12 000 colis à l'heure.

Les objets à trier sont introduits sur un convoyeur constitué de multiples glissières transversales juxtaposées de telle façon qu'elles forment un véritable tapis. Chacune de ces glissières est munie d'un taquet qui peut se déplacer le long de

celle-ci, perpendiculairement donc au sens de défilement. En début de machine, avant le poste d'introduction des colis, tous les taquets sont rangés du côté opposé aux sorties. Lorsque le colis arrive au niveau de la sortie à laquelle il est destiné, une rampe va se mettre en place, sous les glissières. Cette rampe va obliger les taquets à glisser vers le côté opposé en entraînant avec eux, et très progressivement, le colis vers sa sortie.

Certains constructeurs proposent des améliorations : cela peut être la desserte de sortie des deux côtés de la machine. Dans ce cas l'automatisme doit anticiper et ranger les taquets du côté opposé à la sortie du colis concerné, avant son introduction sur la machine. Cela peut être aussi l'adoption d'un pas variable qui permettra de réduire les espaces entre articles. L'automatisme devra alors mesurer la longueur du colis et lui affecter le nombre exact de taquets requis. Par exemple, un petit colis ne demandera que deux ou trois taquets alors qu'un colis plus grand en demanderait cinq ou six. Ce genre de raffinement permet d'augmenter les débits de l'ordre de 20 %.

22.5 Les machines « Cross Belt »

Appelées aussi trieurs à tapis, ces machines sont composées de petits convoyeurs installés sur le convoyeur principal. Leur sens de défilement est perpendiculaire au sens de défilement du convoyeur principal. En exploitation, un colis est déposé, au vol, sur l'un des petits convoyeurs. Le convoyeur principal est en fonctionnement et le petit convoyeur est à l'arrêt. Lorsque le colis se présentera devant la sortie à laquelle il est destiné, le petit convoyeur transversal se mettra en route pour l'éjection.

Les cadences obtenues par ce type de matériel peuvent atteindre 15 000 colis à l'heure.

22.6 Les machines à plateaux basculants

Appelées aussi trieurs à « ailes de mouette » par certains constructeurs, ces machines sont bâties autour d'un convoyeur à chaînes qui supporte des plateaux porte charge pouvant basculer sur le côté, quand ils sont déclenchés. Le basculement du plateau entraîne le colis vers la sortie à laquelle il est destiné. Certaines machines sont équipées de plateaux susceptibles de basculer d'un côté ou de l'autre. Le haut de gamme de ce type atteint des cadences de l'ordre de 20 000 colis à l'heure.

Deux motifs ont permis d'atteindre de telles performances. D'abord le principe adopté ne nécessite pas de remise à zéro des dispositifs d'éjection, contrairement à certains modèles précédents où les poussoirs et écharpes doivent revenir en position repos pour redonner le libre passage. Or, comme ce retour n'est pas instantané, il exige un espace entre les colis qui correspond au temps de repli. Ensuite, la parfaite maîtrise des automatismes de variation de vitesse des convoyeurs d'introduction permet des introductions à grand débit, quel que soit le poids ou la morphologie des colis introduits.

22.7 Autres technologies

L'imagination des techniciens n'ayant que des bornes très lointaines, il existe de nombreuses autres solutions n'ayant pas obtenu le même succès que les précédentes. On peut citer, par exemple, les machines à éjection par air comprimé, à transferts orthogonaux escamotables, celles qui substituent des petits godets munis de trappes aux plateaux basculants, etc.

22.8 L'indexation du tri

L'affectation d'un colis à une sortie se fait de plusieurs façons, soit manuellement, soit automatiquement. Quand cette affectation se fait par l'opérateur, plusieurs règles sont à respecter. La première serait de tout mettre en œuvre pour pouvoir automatiser cette tâche et supprimer l'opérateur à terme.

Si ce n'est pas possible, cas du tri postal de colis par exemple, il faut savoir que la cadence d'un indexeur ne peut pas dépasser 2 000 colis à l'heure. Et encore cela implique qu'il ait été formé, qu'il dispose de périodes de repos fréquentes et que les algorithmes de saisie et les claviers aient été particulièrement bien étudiés. Ensuite, il est indispensable de désynchroniser l'opération d'indexation de l'opération d'introduction du colis sur le convoyeur de tri. D'une part, parce que la cadence de l'homme n'est pas constante ; et que, d'autre part, il y a souvent plusieurs postes d'indexation qu'il est nécessaire de coordonner. Ce problème est souvent résolu par un petit convoyeur à accumulation de quatre ou cinq places qui permet de réguler les différentes opérations.

Quand l'indexation est automatique, elle peut être centralisée ou répartie. On dit qu'elle est centralisée quand la saisie de l'identification se fait pour tous les colis en début de machine ; et qu'ensuite la corrélation entre l'identification de l'article et la sortie à laquelle on le destine ainsi que l'activation de celle-ci sont gérées par un automatisme central. C'est la solution qui est le plus fréquemment utilisée sur des machines compactes et rapides dans lesquelles il n'y a pas de risque d'enlèvement ou d'interversion de charges. Par exemple, elle est utilisée dans les machines de tri de courrier dans les centres postaux à des cadences de 45 000 lettres à l'heure pour 120 directions, voire plus.

L'indexation est dite répartie quand chaque sortie est équipée d'un lecteur de codes connecté à un automatisme local. Cette solution est bien adaptée à des ensembles de tri installés sur de grandes surfaces et pas trop rapides. Elle multiplie le nombre de lecteurs de codes ce qui augmente à la fois les coûts d'investissement et de maintenance.

Les bonnes performances d'un trieur, de quelque type qu'il soit, dépendent directement de la rapidité et de la fiabilité de la lecture des codes à barres à l'introduction du colis dans le trieur. Lors de la conception, une grande attention devra être portée à tous les paramètres intervenant dans cette fiabilité et notamment :

- qualité de l'impression du code (contraste)
- taille du code (hauteur, module, ratio)

Trieurs à plateaux basculants
Vue en coupe

Trieurs à taquets
Vue de dessus

Trieurs « Cross Belt »
Vue de dessus

Trieurs à galets déviateurs
Vue de dessus

Trieurs à poussoirs
Vue de dessus

Trieurs à déviateurs
Vue de dessus

Figure 21.8 – Les différentes technologies de tri

- localisation de l'étiquette sur le colis et constance de cette localisation
- performances du ou des lecteurs choisis
- distance de lecture et constance de cette distance
- orientation de l'étiquette et constance de celle-ci.

23. Les machines d'emballage

Les magasins doivent presque toujours effectuer des livraisons d'articles au détail. Par définition, la quantité de ces articles est inférieure à la quantité du conditionnement collectif standard. Le magasin doit donc approvisionner, stocker et utiliser des articles de conditionnement propres à l'expédition.

23.1 Caractéristiques des articles de conditionnement

Les articles de conditionnement doivent présenter un certain nombre de qualités :

- les colis doivent être suffisamment robustes pour que les articles arrivent à destination en bon état
- ils doivent pouvoir s'empiler facilement pour faciliter la tâche des transporteurs et de préférence avoir des dimensions sous-multiples de 80 X 120.
- le nombre de formats doit être optimum ; suffisamment petit pour diminuer les stocks et pour faciliter la mécanisation du formage et du fermage ; et suffisamment grand pour s'adapter aux tailles des commandes et ne pas générer du transport de « vide »
- ils doivent tenir compte de l'organisation retenue pour les opérations de prélèvement : « Pick and Pack » ou « Pick then Pack »
- ils doivent rester économiques
- ils doivent, enfin, satisfaire aux exigences des lois anti-pollution. La loi Topffer, édictée, en Allemagne, sous l'impulsion des Verts, a servi de référence pour une bonne partie de l'Europe. Les textes conçus à Bruxelles prennent maintenant le relais.

23.2 Les différents types de conditionnement disponibles

Il n'est pas question ici de donner la liste complète des conditionnements disponibles. Les caisses en carton sont les plus utilisées. L'ASSCO et la FEFCO ont publié un code international qui normalise les principaux types.

Parmi les caisses à rabats, la « caisse américaine » est très utilisée car elle a un excellent rapport surface de carton sur volume utile. Son usage très répandu fait que beaucoup de constructeurs proposent des machines pour les former et les fermer.

Les caisses télescopiques offrent l'avantage d'avoir un volume variable, ce qui permet de diminuer le nombre de dimensions différentes nécessaires. Elles présentent l'inconvénient de ne pas protéger leur contenu contre l'écrasement, aussi sont-elles réservées à des articles peu fragiles.

Toujours pour diminuer le nombre de références en stock, certains fournisseurs présentent des dispositifs d'arrimage des articles à base de film plastique thermo-soudable et thermo-rétractable. Un juste compromis devra être trouvé pour limiter le nombre de dimensions de carton sans non plus augmenter de façon trop significative les volumes à transporter.

Les machines automatiques de formage de cartons gèrent assez mal la diversité des formats. Des machines modernes peuvent gérer simultanément deux formats : une même base et deux hauteurs différentes. Sinon le changement de format demande un temps de réglage qui interdit pratiquement de produire des cartons différents les uns à la suite des autres. Il est nécessaire de travailler par rafales et d'avoir un stock de cartons formés disponibles. Le « juste à temps » n'est pas encore au rendez-vous.

Il faut noter que le Groupement pour l'Amélioration des Liaisons dans l'Industrie Automobile, GALIA, a normalisé des formats de cartons qui garantissent une palettisation parfaite.

Les formeuses sont généralement des équipements très bruyants ; des dispositifs d'insonorisation (cabines notamment) s'avèrent souvent indispensables.

La cadence des formeuses est de l'ordre de 10 à 50 cartons à la minute, suivant les technologies, les formats et les constructeurs.

La figure 17.9 illustre le principe de mécanisation du procédé conçu par le constructeur Otor.

24. Le chargement global

Le concept du chargement global est relativement récent. Il a été développé pour effectuer le transfert de la trentaine de palettes d'un semi-remorque en moins de cinq minutes alors qu'il en faut entre six et dix fois plus avec des chariots conventionnels ou des transpalettes. La mise en place d'un tel dispositif exige un équipement sur le quai d'expédition ; mais aussi, le plus souvent, un équipement du véhicule, plus ou moins lourd suivant les constructeurs.

L'équipement du quai comprend une plate-forme extrêmement basse sur laquelle les palettes vont venir s'accumuler progressivement au fur et à mesure qu'elles sont constituées. L'équipement du véhicule consiste en des supports sur lesquels le chargeur pourra poser les palettes et qui permettront, ensuite, son dégagement à vide. Il va de soi que le camion doit être parfaitement aligné avant le début du transfert. La place nécessaire aux manœuvres ne sera pas sous-estimée et des guides et contrôles par cellules seront installés.

Par ailleurs, il doit y avoir un contrôle gabarit rigoureux des palettes. La puissance mise en jeu pour pousser l'ensemble du chargement est telle qu'un débord de charge aurait tôt fait de détériorer les structures du véhicule. Une sortie de secours sera prévue pour évacuer les palettes litigieuses.

Principe de mécanisation

Découpe à plat

Enrobage autour du mandrin

1 Caisse mise en volume

2 Arrivée plaque + film

3 Descente plaque + film

4 Encastrement et blocage plaque + film

5 Remplissage avec les produits

6 Rétreint du film et pose de la coiffe

7 Emballage prêt pour l'expédition

Figure 17.9

D'autres constructeurs proposent d'équiper les camions de véritables convoyeurs de palettes. L'alimentation des moteurs se fait alors par une prise électrique du quai.

Bien sûr qui dit chargement dit aussi déchargement, et les mêmes équipements peuvent se retrouver chez le destinataire.

Tout cela implique que ce type d'organisation ne peut se mettre en place que pour des flux qui relient toujours les mêmes points de départ et d'arrivée. Cela peut être le cas d'une usine de production et une plate-forme de distribution située à quelques kilomètres. De plus, ces flux doivent être suffisamment importants pour justifier à la fois l'investissement et l'utilisation en permanence d'au moins une remorque. En effet, une remorque équipée de la sorte n'est plus adaptée à une exploitation par les engins conventionnels.

Ces contraintes ont poussé à trouver d'autres solutions. L'une d'elles consiste à remplacer les convoyeurs de la remorque par de simples câbles sur lesquels reposent les palettes et qui les entraînent à l'intérieur.

D'autres systèmes, (« pelles à tarte », « space–carpet »), commencent à voir le jour et ne nécessitent pas d'aménagement des remorques. Dans ce cas, seul le chargement sera automatisé, le déchargement sera réalisé de façon traditionnelle. Cette solution devrait, à terme, prendre un grand essor.

18

LE CALCUL DES TEMPS OPÉRATOIRES

Le calcul des temps impartis aux diverses opérations du magasin est primordial : en relatif pour comparer les différentes solutions entre elles et en absolu pour calculer et justifier les équipes et les investissements.

Ce calcul intéresse aussi bien les activités du personnel que celles des équipements. S'il est relativement facile de chiffrer les performances des matériels automatiques, la tâche est beaucoup plus délicate en ce qui concerne les hommes. En effet, la formation, l'âge, la motivation, le mode de rémunération, etc. entraînent des différences de productivité pouvant aller de un à trois. Dans le cas d'une réhabilitation d'un magasin existant, il sera indispensable de faire des relevés pour prendre en compte les ratios habituels de l'entreprise.

Dans le cas d'un entrepôt neuf, une montée en cadence sera nécessaire pour couvrir les temps d'apprentissage des équipes et de rodage des équipements. Si les flux doivent être tout de suite proches des flux nominaux retenus, il faudra prévoir un sureffectif de renfort momentané ou des horaires adaptés pendant la montée en cadence.

1. MÉTHODE DE CALCUL

1.1 Décomposition des tâches

Dans ce calcul, il faudra « raison garder » et résister à deux tentations opposées. La première tentation consiste à faire un travail trop analytique et de comptabiliser tous les gestes et tous les mouvements un par un. Compte tenu de la multiplication des imprécisions, cela conduit généralement à des totaux erronés et inflationnistes. La tentation inverse est de procéder à des approches trop globales qui seront tout aussi fausses et qui ne permettront pas de différencier les scénarios les uns des autres.

Une bonne finesse consiste à prendre pour chaque type de mission :

- les temps administratifs (prise d'instructions, comptes rendus, etc.)
- le déplacement à vide
- la prise de charge

- le déplacement en charge
- la dépose des charge.

Les déplacements intermédiaires et les autres prises et déposes devront être comptabiliser, s'il y a lieu. Les déplacements pourront être décomposés en trajets horizontaux et en trajets verticaux si les équipements le justifient.

1.2 Unités de temps

Certaines méthodes préconisent l'emploi du millième d'heure, et d'autres du centième de minute. L'origine de ces choix vient sans doute des méthodes en usage dans l'industrie mécanique dont les besoins sont sensiblement différents. L'usage de la seconde comme unité de temps permet de garder un contrôle intuitif des calculs. De plus, il facilite le dialogue avec les autres intervenants du projet qui n'ont pas l'habitude de manipuler des unités aussi peu courantes.

1.3 Coefficients et temps unitaires

Certains experts utilisent des temps unitaires très serrés qui sont, en fait, des temps que l'on peut qualifier de purement technologiques. À la somme de ces temps unitaires, ils ajoutent alors un temps forfaitaire de préparation ou de prise en charge.

D'autres spécialistes corrigent les temps technologiques par l'application d'un taux d'engagement (dit aussi quelquefois, coefficient de productivité). Celui-ci peut varier de 0,65 à 0,85.

Les derniers, enfin, utilisent des temps unitaires déjà majorés qui intègrent tous les temps passés aux tâches annexes.

Ces multiples façons de procéder inclinent à rester très vigilant lors de la comparaison de plusieurs estimations d'origines différentes. Mieux vaut ne comparer que les chiffres finaux. Pour les mêmes raisons, il faudra être prudent lors des conversations avec les futurs exploitants qui pourraient s'étonner de temps unitaires secs.

1.4 La définition des temps

La définition des temps peut se faire de plusieurs façons :

- Par utilisation de tables de temps établies par des organismes professionnels ou des ingénieries.
- Par chronométrage. Ce procédé classique mais pas toujours apprécié du fait de sa connotation au mauvais côté du taylorisme. Les relevés de temps effectués de la sorte devront être judicieusement corrigés par le taux d'engagement.
- Par enregistrement au caméscope. Cette méthode est bien préférable à la précédente quand elle est possible. Elle est souvent mieux acceptée par les exploitants. Elle est plus précise car tous les mouvements utiles et inutiles peuvent être analysés. Elle permet de revoir les séquences plusieurs fois sans importuner inutilement le personnel. Le taux d'engagement correcteur pourra être choisi en fonction des allures observées. Il est vivement conseillé d'étudier ainsi les postes difficiles et nouveaux pour en soigner l'ergonomie.

- Par calcul de temps moyens. C'est un procédé classique, facile à mettre en œuvre et qui ne nécessite pas de coefficient correcteur si la période prise en référence est suffisamment longue.
- Par logiciel de constructeurs. Comme indiqué précédemment, certains constructeurs de chariots possèdent leur propre logiciel de calcul de temps de cycle. Ils ont été paramétrés à la suite de nombreuses observations sur de nombreux sites le plus souvent internationaux.
- Par logiciel de conception. Il existe dans le commerce des progiciels de calcul de temps, dont les données ont été longuement vérifiées par l'expérience. Leur acquisition se justifie pleinement pour les équipes qui conçoivent plusieurs magasins par an ; elle n'est sans doute pas à conseiller pour un utilisateur final qui n'aura qu'un seul projet à étudier. Celui-ci peut toujours demander le traitement de leurs données par les sociétés spécialisées.

Cet exercice de calcul des temps opératoires peut être une excellente occasion de pratiquer une opération de benchmarking en se rapprochant de confrères qui pratiquent la même activité. Ce genre de confrontation est une source de progrès.

1.5 Premier exemple : une mission de chargement de camion

La mission dont on veut définir le temps consiste à prendre une palette sur le quai et à la charger dans un camion à l'aide d'un transpalette électrique. Les temps annexes sont larges ainsi que les distances parcourues. Les trajets comportent des changements de direction et le franchissement de la rampe de chargement.

	Quantité	**Temps unitaires**	**Temps totaux**
Temps administratif	prorata		20 sec.
Déplacement à vide	10 m	1,8 sec.	18 sec.
Prise de la palette	1	14 sec.	14 sec.
Déplacement en charge	15 m	2,2 sec.	33 sec.
Dépose de la palette	1	12 sec.	12 sec.
Total brut			97 sec.
Total net (taux d'engagement : 0,8)			121 sec.

1.6 Second exemple : une tournée de préparation

La mission consiste à prélever quatre lignes de quatre cartons dans un palettier à l'aide d'un chariot préparateur de grande levée.

Il a été admis que les trajets horizontaux et verticaux ne se font pas simultanément. Les prélèvements concernent des colis d'une vingtaine de kilos sur des palettes qui ont leur petit côté en façade d'allée ; ce sont donc des opérations plutôt difficiles.

	Quantité	Temps unitaires	Temps totaux
Temps administratifs	prorata		43 sec.
Prise d'une palette de préparation	1	14 sec.	14 sec.
Déplacement à vide	10 m	0,5 sec	5 sec.
Prélèvement de 4 colis	4	32 sec.	128 sec.
Déplacements horizontaux entre alvéoles	4	9 sec.	36 sec.
Déplacements verticaux entre alvéoles	4	8 sec.	32 sec.
Retour à l'origine	1	48 sec.	48 sec.
Dépose palette	1	14 sec.	14 sec.
Total brut			320 sec.
Total net (taux d'engagement : 0,8)			400 sec.

1.7 Conclusion

Les chapitres précédents ont permis d'inventorier l'ensemble des fonctions que devra remplir le magasin. Cela s'est traduit en besoins de flux physiques. Ces chapitres ont également permis de voir comment quantifier ces flux et de voir comment ils pouvaient s'implanter.

Ils ont également présenté les grandes familles de solutions proposées dans les catalogues des constructeurs : équipements destinés au rangement des articles ou équipements de manutention des produits et/ou de déplacement des préparateurs.

Le chapitre suivant va, maintenant, s'intéresser aux flux d'informations. L'on va regarder comment les flux physiques vont pouvoir être ordonnancés et optimisés, dans le temps et dans l'espace, grâce à ces informations et à leur traitement.

Partie 5

Le logiciel de gestion d’un magasin générique

19

La gestion du magasin

Ce chapitre a été conçu en fait comme l'analyse fonctionnelle, aussi exhaustive que possible, d'un logiciel de gestion d'un magasin générique. Si le lecteur le souhaite, ce chapitre pourra servir de cadre à un projet d'informatisation. Peu de magasins possèdent autant de fonctionnalités. Sans doute serait-il souhaitable que beaucoup d'entrepôts en possèdent plus qu'ils n'en possèdent aujourd'hui.

Les logiciels et progiciels de gestion d'entrepôt sont de plus en plus souvent appelés WMS (acronyme de Warehouse Management System) dans le jargon des logisticiens.

1. Remarques préliminaires

Avant de rentrer dans le vif du sujet, deux remarques importantes s'imposent.

La première résulte d'une constatation. Une étude, datant de trois ou quatre ans, montrait que seulement 3 à 4 % des entrepôts disposaient d'un logiciel de gestion d'entrepôt. En admettant même que ce taux ait atteint aujourd'hui 10 %, il apparaît un sous-équipement notoire. Or, de nombreuses fonctions d'optimisation sont rigoureusement impossibles à mettre en œuvre sans un système informatique adapté.

La seconde remarque concerne le choix qui devra être fait entre le développement d'un logiciel spécifique ou l'acquisition d'un progiciel du commerce. Quelle que soit la solution choisie, il sera bon d'élaborer un cahier des charges qui récapitule les besoins à satisfaire, en s'inspirant de ce chapitre. Le sujet des progiciels sera traité plus loin.

2. La gestion des stocks et la gestion du magasin

Il est primordial de bien différencier la gestion du magasin de la gestion des stocks. Même si leurs domaines de responsabilités sont facilement définissables, les confusions restent très fréquentes.

Cette différenciation est nécessaire pour bien définir les échanges et interfaces, en évitant toute redondance.

2.1 La gestion des stocks

Dans la pyramide du CIM[1], la gestion des stocks se situe généralement au niveau 3. Elle est une fonction-clé de la gestion de production (c'est même la gestion des stocks qui a donné naissance à la gestion de production). Elle décide, ou permet de décider, d'un certain nombre de principes stratégiques et tactiques comme :

- déterminer les articles qu'il y a lieu de tenir en magasin
- évaluer en quelles quantités
- choisir les modes et échéances de réapprovisionnement
- opter pour un mode de valorisation du stock.

La gestion des stocks est également chargée de tâches opérationnelles comme :

- enregistrer tous les mouvements, entrées et sorties
- connaître en permanence l'état du stock (l'inventaire permanent)
- surveiller en permanence le niveau des stocks et les comparer aux points de commandes ou de lancement de fabrication
- vérifier la recevabilité d'une commande (tous les articles de la commande sont-ils bien disponibles en magasin ?)
- administrer le statut de la quarantaine
- réserver les articles affectés à une commande
- gérer, en accord avec les services commerciaux, les manquants et les livraisons partielles
- gérer ensuite les reliquats qui en découlent
- aider au choix de la source d'approvisionnement
- lancer les commandes
- choisir le type d'inventaire à effectuer, sur quelles références, à quelle date (l'inventaire tournant)
- donner les instructions correspondantes à la gestion du magasin pour lancer les opérations de comptage
- etc.

1. La pyramide du CIM (comme Computer Integrated Manufacturing) est un concept de la fin des années 80 qui permet de hiérarchiser les différentes fonctions informatiques ou d'automatisme en les classant par niveau. Le niveau 0 correspond à tous les capteurs et actionneurs installés sur une machine ou un équipement. Le niveau 1 correspond à l'automatisme d'une machine ou d'un poste de travail. Le niveau 2 correspond au pilotage et à la supervision d'un atelier ou d'un magasin et ainsi de suite jusqu'au niveau 7 qui fédère plusieurs usines.

En résumé la gestion des stocks est responsable du « quoi », du « combien », du « quand » et du « à quel prix ».

La gestion des stocks fait intervenir la direction générale de l'entreprise et les directions marketing, commerciale, fabrication et achats.

2.2 La gestion du magasin

Dans l'architecture CIM, la gestion du magasin se situe au niveau 2. Elle a pour rôle de permettre le pilotage du magasin comme de n'importe quelle autre division de l'entreprise, et de mettre en œuvre ce qui aura été décidé par la gestion de production et la gestion commerciale.

Ainsi le magasin accueillera ce qui aura été commandé avec la fonction « achats » et / ou ce qui aura été fabriqué à la suite de « l'ordonnancement lancement » de la production. Il gérera le statut de la quarantaine suivant les instructions de la gestion des stocks et du suivi « qualité ». Il effectuera les sorties décidées par la fabrication ou le service commercial.

La gestion du magasin a pour rôle essentiel d'optimiser les flux physiques qui lui sont imposés de l'extérieur. Le magasin est seulement maître des flux internes : réagencement et réapprovisionnement des zones de préparation à partir du stock de masse.

En dehors de l'éventuelle préfacturation du transport, la gestion du magasin ne connaît aucune donnée financière. Exceptionnellement la gestion du magasin peut procéder à une valorisation du stock, non pas pour la gestion comptable mais pour gérer les primes d'assurances, si elle en est responsable.

Très généralement, le magasin est également responsable des reconditionnements et de la logistique extérieure. Le logiciel de gestion de magasin devra donc posséder les fonctionnalités correspondantes.

En résumé, la gestion du magasin est responsable du « où », du « comment » et du « quand » mais à très court terme (l'heure, la minute ou le temps réel).

La gestion du magasin dépend de la direction logistique, quand elle existe dans l'entreprise, sinon de la direction générale. Elle s'intègre dans la « Supply Chain ». Le WMS fait partie de la SCE comme Supply Chain Execution.

2.3 Échanges entre gestion des stocks et gestion du magasin

Les échanges d'informations entre la gestion de production et la gestion du magasin sont nombreux et fréquents. Les principaux échanges de la gestion des stocks vers la gestion du magasin sont les suivants :

- fichier des livraisons attendues de l'extérieur ou de la production
- fichier des commandes à exécuter assorties de tous les renseignements nécessaires et des commentaires associés
- information des changements de statut, libération de quarantaine notamment
- demande d'inventaire
- fichier d'anomalies des anomalies constatées.

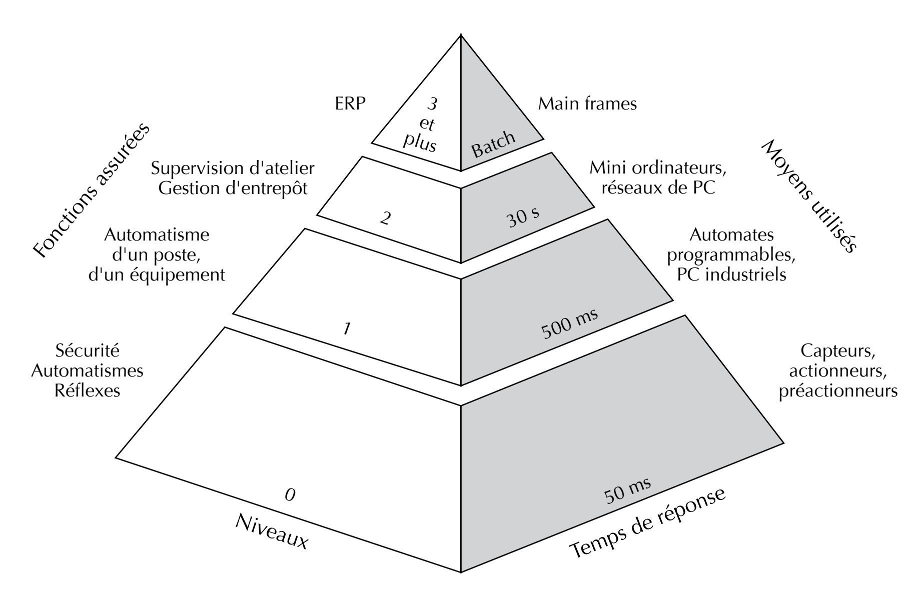


Figure 19.1 – Pyramide du CIM

Les principaux échanges en provenance de la gestion du magasin vers la gestion des stocks sont les suivants :

- fichier des entrées réelles
- fichier des sorties exécutées
- comptage d'inventaires
- diagnostic des anomalies : perte ou destruction d'articles, indisponibilité due à un écart d'inventaire, retour clients non prévus, dates de péremption dépassées, litiges, etc.

Quelques exemples de fichiers d'échange sont donnés plus loin.

3. La gestion des données techniques

Un logiciel de gestion de production a besoin d'une base de données techniques (articles, gammes, nomenclatures et moyens), auxquelles il peut constamment faire appel pour bien fonctionner. Un logiciel de gestion de magasin ne peut pas fonctionner sans l'équivalent. Ce paragraphe va recenser les principales données utiles.

3.1 La configuration de l'entrepôt

En tout premier lieu, le logiciel devra pouvoir être facilement configurable pour enregistrer les caractéristiques physiques de l'entrepôt. Ainsi devront être connus :

- les différents bâtiments si c'est le cas

- les différentes zones fonctionnelles de ces bâtiments : zones d'arrivée, zones de rétention, zones départ, stock de masse, stock picking, etc.
- l'affectation de ces zones aux différents types de produits et aux différentes classes de rotation
- la topographie de ces zones : allées, hauteur de stockage, taille des alvéoles, poids maximums admissibles, etc.
- le mode de repérage associé pour l'utilisation de systèmes automatiques d'identification.

3.2 Les moyens

Comme dans tout logiciel d'ordonnancement, un fichier regroupera les données techniques concernant les moyens. Elles seront nécessaires pour affecter les bons équipements aux tâches à effectuer. Ces données consisteront principalement en :

- un statut : disponible ou indisponible, un chariot ou un transtockeur peut être momentanément en panne ou en maintenance
- une affectation à un type d'activité : préparation ou transfert, tous les chariots n'ont peut-être pas les mêmes équipements
- une appartenance à une zone si l'entrepôt en possède plusieurs
- une capabilité : hauteur de levage ou capacité de charge
- des indicateurs de performance ou des temps opératoires pour calculer éventuellement les temps nécessaires à l'exécution des missions qui leur sont confiées.

3.3 Les gammes logistiques

Pour aider à l'ordonnancement des tâches, il est indispensable de connaître les opérations élémentaires qui constituent les différents types de missions afin de calculer les temps nécessaires à leur accomplissement.

3.4 Les articles

Le fichier « articles » doit comprendre pour chacun d'eux les données fixes :

- la référence
- les différents libellés, si besoin en est
- l'indice ICPE
- le code GENCOD de l'UV
- le code ITF14 du PCB
- les zones dans lesquelles l'article peut être stocké
- la classe de rotation
- les caractéristiques des différents conditionnements standards (palettes complètes, PCB, SPCB et UV)
- la gerbabilité de ces conditionnements (oui ou non et si oui sur combien de niveaux ?)
- les volumes afin de déterminer des emplacements particuliers de stockage

- les trois dimensions de l'UV pour réaliser le précolisage de la préparation détail
- les poids pour éventuellement choisir un type de stockage et pour effectuer le contrôle pondéral
- la périodicité des contrôles périodiques obligatoires, s'il y a lieu
- des commentaires éventuels.

Et les données évolutives comme :

- les quantités présentes en magasin
- les emplacements dans lesquels cet article est actuellement en stock.

Si le WMS est relié au système supérieur, ces données logistiques doivent être stockées dans la base de données de ce système qui sera « maître ».

Comme il est unanimement reconnu que deux bases ne sont que très rarement cohérentes, il sera sage de décider que la base du système supérieur remette systématiquement à jour la base du WMS chaque matin, par exemple.

La figure 19.2 représente une vue d'écran du progiciel Alice de la Société INFFLUX lors d'une interrogation d'inventaire.

3.5 Les articles de conditionnement

Le fichier doit connaître les différents emballages disponibles pour choisir le format correspondant à la commande. Ce choix implique de disposer des caractéristiques de dimensions, de poids admissible, d'adéquation aux différentes classes d'articles (fragiles, liquides, etc.).

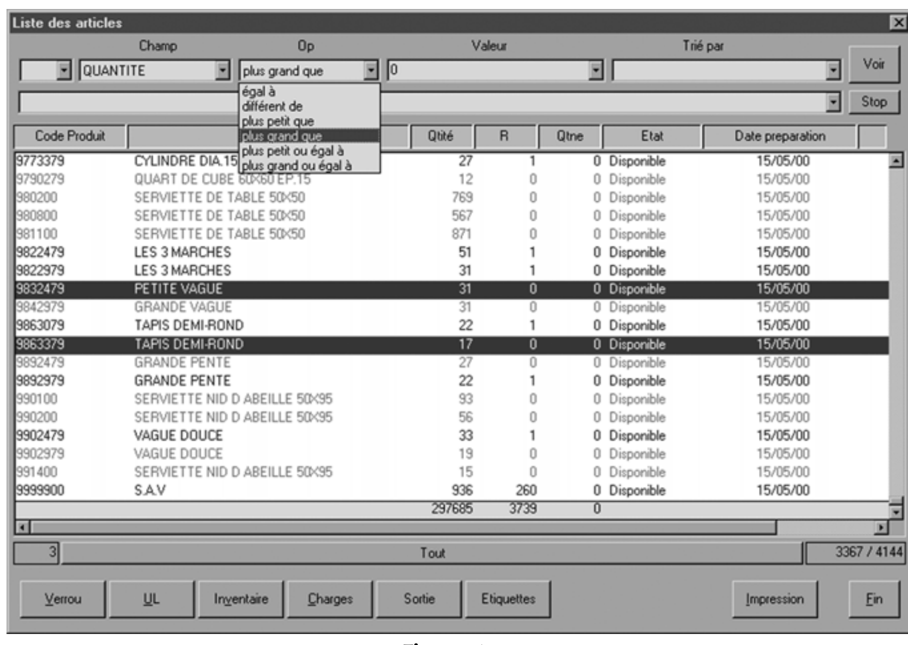


Figure 19.2

3.6 Les transporteurs

Les divers transporteurs seront répertoriés avec leurs zones d'activité et les horaires de départ correspondants (plan transport), ce qui est indispensable pour classer les priorités dans les préparations, ainsi que leurs conditions tarifaires pour effectuer la préfacturation.

3.7 L'évolution des données

Ces données vont évoluer constamment ; aussi est-il essentiel qu'elles puissent être facilement modifiées tout au long de la vie du magasin par le personnel d'exploitation, sans qu'il soit nécessaire de faire appel à un informaticien.

4. La gestion de l'activité globale

Qu'il s'agisse d'un entrepôt entièrement autonome ou d'un magasin intégré à un site de production, il est éminemment souhaitable de le considérer comme un centre de profit à part entière. Pourquoi comptabilise-t-on, souvent, les opérations de fabrication de façon méticuleuse, alors que l'on ignore les opérations de manutention et de stockage ? La spécificité de l'activité et l'importance du coût logistique dans le prix total d'un produit le justifient pleinement.

4.1 Plan d'activité

Comme un atelier gère un plan de production, le magasin devra gérer un plan d'activité. Ce plan sera bâti en tenant compte de deux types d'opérations :

- le traitement des commandes arrivant du service commercial en priorité et la gestion des entrées. Ces opérations ont des délais imposés.
- les actions qui sont de la responsabilité locale, comme les réorganisations ou les actions de maintenance. Pour ces actions, le responsable de l'entrepôt garde une certaine liberté de manœuvre.

Les commandes pourront être téléchargées depuis un module de gestion commerciale ou de gestion de stocks de la GPAO ou maintenant de l'ERP. Dans une toute petite unité, elles pourront être saisies manuellement. Ce plan sera établi quotidiennement ou à chaque poste et, sauf cas exceptionnels, il sera remis à jour en temps réel à chaque descente d'un fichier d'ordres de préparation ou d'expédition.

Une aide dans la définition des tâches prioritaires sera la bienvenue pour classer en tête des opérations à effectuer, comme les préparations correspondantes aux départs les plus proches. Cette hiérarchisation pourra même être entièrement automatique ; mais dans tous les cas, une modification manuelle sera toujours possible pour faire face à une éventualité non prévue. Le responsable du magasin doit pouvoir décider à tout moment un nouvel ordonnancement.

4.2 État d'avancement

Il doit être possible de suivre l'avancement des tâches ordonnancées précédemment. Celles-ci seront classées en trois catégories :

- les tâches programmées et non commencées
- les tâches en cours d'exécution
- les tâches terminées.

Ce suivi doit donc avoir des entrées qui l'informent du début et de la fin des missions. Dans les applications les plus simples, ces entrées pourront être une simple saisie au clavier par le responsable du magasin, son adjoint ou un agent de planning. Dans les projets plus importants ou plus ambitieux, ces entrées seront des informations provenant directement des terminaux mobiles des différents opérateurs. Ce point sera développé plus loin dans la description des fonctions qui peuvent être remplies par ce type d'équipement.

Si les commandes comportent généralement un grand nombre de lignes, le suivi pourra devenir plus fin et donner le détail de l'avancement, non plus des commandes, mais des lignes.

Il faudra décider à quel stade l'on souhaite qu'une commande soit soldée. S'agira-t-il de la fin de la préparation, de la fin du conditionnement, de la fin du contrôle, du rangement dans le véhicule ou du départ effectif de ce dernier ? Plus ce stade se situera en aval et plus le contrôle d'avancement couvrira d'éventuels aléas.

4.3 Calcul d'indicateurs

En fonction de la spécificité de chaque site, on définira des indicateurs particuliers adaptés aux conditions locales. Il pourra s'agir :

- d'un nombre d'articles préparés
- d'un nombre de lignes
- d'un nombre de commandes
- d'un tonnage
- de l'avancement des différentes tournées
- etc.

L'avancement à 50 % d'une tournée, peu de temps avant l'heure de départ, pourra déclencher une alarme qui conduira l'encadrement à affecter des renforts momentanés pour rattraper le retard constaté. Il sera judicieux de choisir ces valeurs de telle façon qu'elles servent également d'indicateurs de productivité pour le tableau de bord. Ces indicateurs seront utilisés pour mesurer les progrès accomplis, et pour situer les performances atteintes par rapport à celles généralement observées dans la profession. Ces points seront approfondis dans le chapitre traitant des tableaux de bord.

4.5 Affichage dans le magasin

À l'instar de ce qui se fait dans certains ateliers de production, il peut être souhaitable d'afficher, dans les allées principales, dans la zone de préparation et sur les quais, quelques indicateurs synthétiques. Ainsi pourra être annoncé le degré d'avancement de la préparation des commandes en général ou pour une destination donnée.

Des afficheurs lumineux industriels existent qui sont très lisibles de loin, et très faciles à raccorder à un système informatique. Il est beaucoup plus motivant pour une équipe d'avoir ainsi son tableau de bord en temps réel, que de connaître les performances accomplies en fin de semaine ou la semaine suivante. Ces dispositifs peuvent aussi être utilisés pour annoncer les indicateurs de qualité. L'efficacité de telles dispositions est unanimement reconnue.

5. Historisation de l'activité

Il est indispensable de garder en mémoire, un certain temps, voire un temps certain, toutes les informations concernant les opérations réalisées. Cette mise en mémoire – « historisation » dans le jargon des informaticiens – est motivée par un souci d'amélioration de la qualité, par prudence en cas de litiges ultérieurs, ou simplement par obligation, dans certaines industries. Ces historiques seront particulièrement précieux pour analyser les phénomènes de saisonnalité et les évolutions de la nature de l'activité.

Seront notamment historisés tous les indicateurs des tableaux de bord. Avec une périodicité à définir, les états détaillés laisseront la place à des indicateurs d'autant plus synthétiques qu'ils seront plus anciens.

6. La traçabilité

La norme internationale ISO 8402 définit la traçabilité comme « l'aptitude à retrouver l'historique, l'utilisation ou la localisation d'une entité au moyen d'identifications enregistrées ». La traçabilité fait partie des obligations faites à certaines professions par exemple la pharmacie, les fabricants d'organes de sécurité de véhicules, l'agroalimentaire. La traçabilité est également imposée par les normes ISO 9000 touchant à la qualité totale. Chaque acteur de la « Supply Chain » n'est responsable du suivi que dans sa propre entreprise. La reconstitution complète exigera donc de consulter tous les maillons de la chaîne.

On distingue la traçabilité ascendante et la traçabilité descendante.

6.1 La traçabilité ascendante

Elle désigne l'aptitude que l'on a à identifier les composants d'un produit fini et à retrouver leur origine et leur « curriculum vitae ». Le plus généralement cette traçabilité est de la responsabilité de la fabrication. Il n'en reste pas moins vrai que le magasin de matières premières est un lieu de passage obligé des composants, et que le magasin devra pouvoir transmettre toutes les informations utiles dont il dispose pour alimenter les fichiers de la production.

6.2 La traçabilité descendante

C'est celle qui va permettre de retrouver où a été expédié tel article. Elle est de la responsabilité de l'activité logistique. Il est du ressort du magasin de gérer les fichiers d'historiques correspondants. Cette historisation peut mobiliser des moyens informatiques non négligeables, et il devra en être tenu compte lors de la définition du système informatique.

6.3 Le rôle de la traçabilité

Pour bien illustrer l'importance et le rôle de ces deux aspects de la traçabilité, voici un exemple. Un constructeur s'aperçoit qu'un produit fini est défectueux. L'analyse montre que le défaut est dû à tel lot de composants primaires. La traçabilité ascendante va permettre de remonter à l'origine de ce lot de composants et d'identifier la cause du défaut. Ensuite la traçabilité descendante va permettre de retrouver quels sont les autres produits finis concernés par le lot du composant incriminé et où ils ont été dispersés.

Si le défaut constaté est sérieux, le constructeur pourra décider de rappeler les produits finis en cause et seulement ceux-là. Sans traçabilité, le constructeur aurait comme seule issue de lancer des messages dans les médias. Il n'est pas certain que tous les clients concernés entendront le message ; mais par contre il y a tout lieu de penser que l'image de marque du constructeur aura été sensiblement dégradée.

7. La gestion des entrées magasin

Le système informatique possède, maintenant, sa base de données techniques et sait gérer l'activité du magasin. Voyons, dans ce paragraphe ce dont il peut se charger dès l'origine des flux physiques c'est-à-dire les entrées en magasin.

7.1 La saisie des entrées venant de la production

Si le magasin est prévu pour stocker des produits finis fabriqués sur le même site, il est éminemment souhaitable que les logiciels de gestion de magasin et le système de GPAO ou ERP soient couplés. Ainsi, les arrivées pourront être connues à l'avance ; cela permettra au responsable du magasin de bien prévoir sa charge de travail.

Cette disposition rendra possible aussi le contrôle par comparaison de la livraison réelle à la livraison prévue. Le transfert physique entre l'atelier de production et le magasin peut être mécanisé par convoyeurs ou peut être réalisé par des caristes, voire par des camions navettes. La solution retenue aura une influence sur le choix du lieu et du moment du transfert de responsabilité.

Le transfert dans les locaux de production présente deux avantages. Si un litige apparaît, sur les quantités ou sur les références attendues, les vérifications seront plus rapides et plus aisées. La correction de certaines erreurs peut même être immédiate. Ensuite, plus tôt la marchandise sera déclarée disponible pour le magasin, plus tôt elle pourra être expédiée vers les clients. Dans certains cas, des ruptures de

stocks pourront être évitées ou tout au moins réduites. Dans d'autres cas, les produits n'auront pas besoin de passer par le stockage, casiers ou palettiers ; ils seront immédiatement dirigés vers une zone de rétention départ ou vers les quais d'expédition, notion de « cross docking ».

Le couplage des systèmes informatiques peut éviter beaucoup de manipulations. Ainsi la génération de l'étiquette qui va identifier la palette, par exemple, pourra porter en plus des informations nécessaires à la production et au commercial, des informations propres à la gestion du magasin comme l'indication du lieu de stockage. Une seule transaction couvrira la sortie de production et la rentrée en stock. Cette opération se bornera à une simple validation si tout se passe exactement comme prévu ; elle pourra devenir plus complexe si des déviations ou des renseignements complémentaires doivent être enregistrés.

7.2 Le traitement des entrées venant de l'extérieur

Si le magasin reçoit des produits de l'extérieur, matières premières ou articles de négoce, il y aura une saisie des entrées ou une simple validation. La procédure sera comparable à celle d'une entrée interne. Il s'agit de comparer ce qui est attendu, en quantité et en qualité, avec ce qui est effectivement livré.

Dans le cas d'un système informatique couplé, la meilleure solution est de transférer automatiquement les fichiers générés par le service achats la veille, par exemple du jour de livraison attendue. Cette avance permettra, là aussi, un meilleur ordonnancement des tâches des magasiniers. Dans certaines grandes unités de distribution, cet ordonnancement exige même que les livraisons soient effectuées dans un créneau horaire très précis, de l'ordre de la demi-heure. Cette présence des fichiers devra, dans ce type d'organisation, être plus précoce pour permettre la prise de rendez-vous entre les livreurs et les magasiniers.

La saisie des entrées, après contrôle, va permettre de déclarer les produits disponibles en magasin, mais une remontée des informations vers le service achats pourra déclencher aussi les procédures de paiement des fournisseurs.

Si la livraison est totalement conforme à la commande, une simple validation au clavier peut suffire. Par contre si la livraison présente des différences ou si des informations complémentaires s'avèrent nécessaires, les opérations de saisie peuvent être entièrement manuelles, au clavier. Elles peuvent aussi être plus ou moins assistées : soit par lecture de codes à barres sur les articles ou sur les documents de livraison, soit par lecture d'une disquette apportée par le livreur, soit mieux encore, par EDI (Échange de Données Informatiques), comme on le verra plus loin.

7.3 Exemple d'un fichier de réception

Ce fichier est constitué des informations concernant les en-têtes des réceptions et celles concernant les lignes de réception. Les informations de l'en-tête pourront être :

- N° de réception
- Code

- Nombre de lignes
- Origine
- Date réelle d'arrivée
- Commentaires.

Les différents champs concernant les lignes pourront être :

- N° de réception
- Code
- N° de ligne
- Référence article
- Code article
- Quantité réelle reçue
- Numéro de lot
- Commentaires.

7.4 La création de nouvelles références

Qu'il s'agisse de produits venant de l'unité de production voisine ou venant de l'extérieur, des références nouvelles apparaissent au catalogue. Il sera donc nécessaire de les créer dans le fichier articles qui, outre la référence, comprendra les données logistiques complémentaires : poids, dimensions, volumes, etc. comme vu plus haut.

La création d'une nouvelle référence peut également être téléchargée depuis la gestion des stocks, la GPAO ou l'ERP.

Nota : Toutes les mesures devront être prises pour assurer la cohérence des deux fichiers.

7.5 Les retours

Les retours sont toujours perturbateurs. Ces arrivées, même si elles sont peu fréquentes, exigent toujours des traitements particuliers. Les magasins qui n'acceptent de retour de marchandises qu'après un accord préalable ont seulement simplifié les procédures (création d'un « attendu ») sans résoudre le problème.

Il peut s'agir d'une rentrée pure et simple en stock dans le cas d'une erreur sur les références demandées ou sur les références expédiées. Dans ce cas de figure, une remontée d'informations vers la gestion des stocks est nécessaire pour une remise à jour ; et une autre vers le service commercial qui va déclencher la génération d'un avoir au client.

Mais le plus souvent, s'il y a retour c'est qu'il y a eu litige : les produits ont pu être endommagés lors du transport aller, ou alors ils présentent un défaut de qualité. Chaque cas particulier demandera un contrôle, une enquête, éventuellement une expertise, un reconditionnement, une remise à jour des documents commerciaux, comptables et de gestion, et quelquefois une nouvelle expédition.

La gestion des retours peut mobiliser plusieurs personnes dans des centres de distribution d'une certaine importance.

7.6 Les changements de statut

Dans les paragraphes précédents, il a été question de transfert de responsabilité ou de rentrée en stock. Les choses se passent de façon un peu plus complexe. Les contrôles, dont on a parlé, sont des contrôles simples et rapides ; dans l'industrie pharmaceutique, on les appelle « diagnose ». Dans bien des cas, des analyses plus complètes sont imposées. Les produits seront bien physiquement dans le magasin ; mais ils ne seront pas disponibles pour autant. Si les analyses sont capitales les produits seront placés en quarantaine.

La fiabilité du système informatique et sa crédibilité deviennent primordiales ; car si l'on peut accorder une confiance totale, la quarantaine pourra n'être qu'informatique. Si tel n'était pas le cas il faudrait garder la quarantaine physique avec toutes les contraintes qui y sont associées : emplacements spéciaux, mouvements physiques d'entrée, mouvements physiques de sortie, étiquetage et réétiquetage, etc. Ce point a été étudié précédemment.

7.7 L'affectation automatique des adresses de stockage

Une grande partie des gains de productivité apportés par l'informatisation de la gestion du magasin vient de cette fonction. L'affectation de l'adresse de stockage la plus pertinente possible à un produit qui rentre en magasin se fait en fonction de plusieurs critères :

- La famille logistique des produits. Telle famille de produits peut être affectée à un bâtiment particulier ou à une zone donnée. Cela vaut pour les produits dangereux qui nécessitent des conditions de stockage particulières, pour les produits pharmaceutiques des différents tableaux, pour les produits devant rester en zone froide comme les émulsions photographiques. Certains entrepôts d'avitailleurs décident de placer tout en haut des palettiers les produits « volatils », comme les alcools et les tabacs, afin de réduire les risques de démarque inconnue. La famille des articles peut dépendre aussi de leurs caractéristiques physiques, poids ou volume, qui les destinent à des emplacements bien précis comme cela a été vu précédemment.
- La classe de rotation. À l'intérieur d'une zone, le choix d'un emplacement dépendra de la classe de rotation de l'article ; la classe A (ou la classe AA pour les logiciels plus évolués) sera rangée le plus près possible de la sortie pour minimiser les temps totaux de déplacement.
- Les articles voisins. L'optimisation des prélèvements peut conduire à stocker certains produits les uns à côté des autres, ou au contraire à les éloigner. Dans le premier cas, il peut être intéressant de grouper des articles qui vont souvent par paire ou qui sont des options facultatives de la référence principale. Dans le second cas, on peut vouloir séparer des articles qui se ressemblent ou dont la référence ne change que par un suffixe, pour éviter un risque de confusion lors du prélèvement. Cette disposition rejoint l'esprit du Poka Yoke (disposition anti-erreur).
- La livraison immédiate (cross docking). Une rupture de stock qui a engendré un retard de livraison ou une commande particulièrement urgente peut dicter la décision de seulement faire transiter les articles concernés sans qu'ils entrent physiquement en stock. Le logiciel devra pouvoir gérer ce genre de traitement de moins en moins exceptionnel.

7.8 L'enregistrement des adresses de stockage

Dans certains établissements de petite taille, l'on préfère quelquefois que ce soit le cariste qui choisisse, lui-même, l'adresse de stockage. Dans cette hypothèse, le logiciel de gestion d'entrepôt devra pouvoir enregistrer le couple identifiant de la charge / adresse de gisement.

Cet enregistrement se fera à partir d'une saisie manuelle au clavier ou mieux par lecture successive des deux codes à barres. Il faut bien sûr, dans ce cas que l'adresse comme la palette soit identifiable automatiquement.

7.9 Le complètement d'une commande en rétention

Des commandes importantes et spéciales, pour l'exportation par exemple, nécessitent des traitements particuliers. Généralement, comme ces commandes sont longues à préparer et qu'elles s'ajoutent aux commandes courantes, leur préparation commence même si tous les articles ne sont pas encore disponibles. Il sera jugé inutile et coûteux de faire passer par le palettier des articles qui pourraient être directement dirigés vers un conteneur en cours de constitution. Là encore, le logiciel devra, dès la saisie des références à l'entrée du magasin, indiquer comme destination immédiate, la zone de rétention ou le quai départ export.

7.10 L'édition d'une étiquette

Pour faciliter le travail du centre de distribution il apparaît souhaitable que les étiquettes des palettes soient normalisées et qu'elles portent les informations suivantes :

- un identifiant de palette en clair et en codé qui puisse permettre notamment d'avoir accès automatiquement aux autres informations stockées en base de données transmises par EDI (rentrée en stock) ou saisies
- le code article en clair et en codé
- la date de péremption
- le N° de lot
- l'indice logistique[1] (en cas de marche dégradée, panne du système informatique)
- la variante de prix (en cas de marche dégradée)
- le N° de commande fournisseur
- le N° de commande client dans le cas d'une commande affectée
- le N° de bon de transport
- l'indication carton incomplet
- sur une étiquette séparée, le statut du lot (notamment « EN QUARANTAINE »).

1. On entend, ici, par indice logistique, l'indication de la variante de conditionnement quand il en existe plusieurs conditionnements (export, dual sourcing, etc.).

À moins que les réflexions de type Supply Chain aient été poussées très loin, il faudra sans doute éditer une étiquette palette ou colis à l'arrivée dans l'entrepôt car les informations ci-dessus n'auront pas été portées en fin de production.

Certains sites souhaitent voir figurer l'adresse de stockage définie par le WMS. Cela peut permettre à un cariste de procéder au casage sans l'aide de terminal radio. Dans le cas d'une organisation de préparation de commandes dans laquelle les charges se présentent au préparateur, l'adresse de retour de la palette sera sans doute différente. Que faire ? Supprimer la première étiquette et en rééditer une nouvelle ? Une réflexion s'impose.

Une seconde réflexion doit s'intéresser à l'endroit où l'étiquette sera posée pour lui assurer la pérennité requise. Sur la housse ou le film de la palette ? Celle-ci sera bientôt enlevée en cas de préparation détail ! Sur un carton ? Mais celui-ci risque d'être prélevé auquel cas l'étiquette disparaît. Sur un pied de la palette ? L'étiquette tiendra-t-elle et sera-t-elle bien lisible ? Autant de questions difficiles auxquelles l'étude devra répondre.

8. La gestion des emplacements

Les articles sont entrés en magasin. Ils constituent ce qu'on appelle le stock. Il est, maintenant, indispensable de savoir combien ils sont et où les retrouver. Quelques analyses statistiques pourront aussi être fort utiles.

8.1 Tenue à jour de l'état des gisements

Chaque adresse élémentaire de stockage est connue du logiciel de gestion du magasin. Chacun de ces emplacements peut être libre ou occupé. S'il est occupé, son occupation doit être connue qualitativement et quantitativement. Cela vaut pour tous les types de stockage : de masse, de détail, zones d'anticipation ou de rétention, etc.

Qualitativement, il s'agit de la référence complète des articles avec leur numéro de lot et les différentes dates à gérer.

Quantitativement, on devra tenir compte non seulement du nombre d'articles présents, mais aussi des éventuels conditionnements collectifs différents. À partir de ces données, si le magasin comporte des alvéoles de stockage de plusieurs dimensions, le volume occupé sera calculé. Ce traitement permettra de déplacer des articles qui tournent peu, et en petit nombre, vers des gisements dont les dimensions sont mieux appropriées.

Les gisements doivent pouvoir accueillir physiquement et simultanément plusieurs références de petite taille. Cette possibilité doit être prévue dans le logiciel.

Les adresses devront pouvoir être neutralisées temporairement pour faire face à des actions de maintenance (réparation d'un palettier ou d'une toiture) ou des travaux d'agrandissement par exemple.

8.2 Corrélation adresses articles

L'état du magasin doit pouvoir être consulté des deux façons suivantes :

- Consultation par les adresses. En définissant une zone donnée ou une adresse de stockage précise, il doit être possible de connaître immédiatement les articles qui y sont entreposés. Ces articles seront affichés par leurs références mais également, sur demande, par leurs attributs.
- Consultation par les articles. En saisissant la référence d'un article, complétée éventuellement de certains de ces attributs, l'on doit pouvoir connaître les adresses auxquelles il est stocké et en quelle quantité.

8.3 État statistique du stock

Il est intéressant de procéder à des analyses du stock de temps à autre. La gestion informatique doit rendre ces analyses très aisées. Ces traitements doivent alimenter des réflexions non seulement sur la gestion du stock, mais aussi sur l'affectation des zones ou des équipements de stockage. Ces points seront détaillés dans le chapitre traitant des tableaux de bord.

8.4 Gestion du statut « réservé »

Lorsque la gestion de l'entrepôt organise les tournées, elle décide que les articles devront être prélevés à des adresses précises en fonction de critères que l'on étudiera plus loin. À partir du moment où cette décision est prise, ces articles, à cette adresse, ne doivent plus être disponibles pour les commandes suivantes ; même s'ils sont, encore pour quelques instants, physiquement présents. Ils sont « réservés ». Cette réservation est plus précise que celle qui aura déjà été pratiquée par la gestion des stocks auparavant. Elle tient compte de l'emplacement.

Il s'agit d'un statut provisoire qui peut prendre fin de deux façons différentes. Normalement, la commande est soldée peu de temps après la réservation, et c'est alors le produit qui disparaît du magasin. Par contre, quelquefois la commande est annulée alors même qu'elle est en cours de préparation, le logiciel devra être capable de traiter ce cas et de lever le statut.

8.5 Le suivi des encours

Entre leur arrivée dans le magasin et leur mise en place dans les emplacements de stockage, les articles doivent être connus et suivis de telle façon qu'on puisse les retrouver à tout moment.

Le même besoin existe pour les produits qui ont quitté le stock de masse pour rejoindre le picking et pour ceux qui sont en cours de préparation, à l'emballage ou sur le quai départ, mais qui sont encore de la responsabilité du magasin.

Le logiciel de gestion du magasin devra pouvoir effectuer ces suivis (tracking interne).

9. La gestion des palettes prisonnières

Dans certains entrepôts, pharmaceutiques notamment, les palettes prisonnières sont équipées d'étiquettes électroniques. Ces étiquettes permettent de mémoriser des informations très diverses comme :

- le numéro d'identification de la palette
- la date de son dernier entretien, ou de son dernier lavage
- la date de son dernier chargement
- la nature de son chargement
- le statut, en quarantaine ou contrôle favorable
- le numéro de lot du produit chargé
- la quantité d'origine
- la date des différents prélèvements
- les quantités prélevées correspondantes
- la quantité restante.

Ces différentes informations sont écrites et lues, à chaque entrée ou sortie du palettier, par le système de gestion du magasin. Cette organisation évite ainsi toute erreur due à une confusion de palette ou à une inversion.

Si le besoin d'un tel suivi existe, le WMS doit pouvoir dialoguer avec les postes d'écriture et de lecture des étiquettes électroniques et gérer les informations qui y sont contenues.

10. La gestion des mouvements internes

Si le magasin est à la merci de nombreuses contingences pour les entrées et sorties de produits, il est maître de la plupart des mouvements internes. Cette autonomie doit être mise à profit, par le responsable, pour lisser la charge de ses équipes. Il faut que les tâches correspondantes soient connues du système pour être ordonnancées. Le suivi des encours nécessitait déjà cette connaissance.

Parmi les familles de mouvements à réaliser on peut citer :

- la mise en stock à partir des quais d'arrivée, des zones de contrôle, des zones de quarantaine si elles existent encore, etc.
- les transferts du stock de masse vers les zones de prélèvement
- le réaménagement du stock
- les contrôles périodiques
- les inventaires tournants.

10.1 Les transferts vers le stock

Ces transferts, que l'on appelle souvent casages, ont souvent plusieurs origines :

- les quais d'arrivée. Les opérations d'entrée étant effectuées et des adresses affectées aux articles, le transfert physique vers le stock proprement dit peut ne pas se

faire instantanément. Ce délai n'est jamais très long car la surface des quais est toujours limitée ; mais, si le besoin des articles en question est urgent, ce délai peut poser problème. Il est donc indispensable de suivre ce transfert. Le cariste devra transmettre le compte rendu de fin d'opération au système, soit par saisie au clavier, soit, meilleure solution, par terminal radio, comme on le verra à la fin de ce chapitre.

- la zone de contrôle. Le contrôle, suivant l'organisation de la société, peut être de la compétence du magasin ou de celle d'un laboratoire rattaché à une autre direction. Si la compétence est externe, une transaction supplémentaire sera nécessaire pour avertir le laboratoire que des contrôles sont à effectuer. Plus tard celui-ci devra donner le résultat des analyses.

  Si la place le permet, il y aura intérêt à garder les articles à proximité des quais pour éviter un aller et retour inutile en cas de contrôle négatif, provoquant un retour immédiat des articles vers le fournisseur.

  Suivant les procédures mises en place, peut-être y aura-t-il lieu d'éditer une étiquette « Contrôle OK ». De toute façon, quelle que soit la conclusion des contrôles, une saisie est indispensable pour provoquer l'ordonnancement du transfert vers le palettier ou vers la zone picking.

  Une remontée vers la gestion de stock indiquera que ces articles sont désormais disponibles pour la production ou la vente.

- la quarantaine. Si l'organisation du magasin exige encore une quarantaine physique, on se trouve placé devant le cas précédent ; bien que cette fois, les contrôles étant généralement plus longs, les articles ne pourront pas rester dans la zone du quai d'arrivée.

  Si l'organisation du magasin et de son système informatique est suffisamment évoluée et que la « quarantaine informatique » est acceptée, il n'y aura pas de transfert physique, une simple saisie suffira.

  Dans le cas d'un système informatique où tous les services de la société sont en réseau, le laboratoire chargé de la quarantaine pourra connaître les contrôles à effectuer par simple interrogation des fichiers du magasin. Il pourra effectuer le changement de statut de la même manière, à distance, depuis ses propres consoles.

  Une génération d'étiquette peut s'avérer indispensable pour satisfaire aux exigences du service qualité. Une remontée vers la gestion de stock indiquera le changement de statut.

10.2 Les transferts du stock de masse vers les zones de prélèvement

Le logiciel de gestion du magasin devra surveiller en permanence les seuils de réapprovisionnement du stock avancé. Le plus souvent ce réapprovisionnement aura lieu pendant les heures creuses, de préférence avant la campagne de prélèvements. C'est à la fois pour diminuer le nombre de mouvements et favoriser le lissage que la capacité de ces stocks doit être suffisante pour lui assurer une certaine autonomie. Il est conseillé de viser au moins l'équivalent d'une journée de consommation.

Quelle que soit cette capacité, le système informatique devra pouvoir faire face à une rupture inévitable, un jour ou l'autre, et déclencher un réapprovisionnement sans délai.

Ces missions de réapprovisionnement seront traitées comme des commandes ordinaires et feront l'objet des mêmes calculs d'optimisation. Les fichiers seront tenus à jour, en temps réel. Aucune remontée vers la gestion des stocks ne s'impose puisque le stock reste inchangé ; seule la localisation géographique des articles a varié.

10.3 Le réaménagement du stock

Ce réaménagement peut être provoqué par plusieurs sortes d'événements :

- changement de classes de rotation. Généralement une référence change de classe de rotation au cours de sa carrière pour cause de saisonnalité ou de vieillissement. Le logiciel de gestion du magasin est chargé de suivre cette évolution, comme nous l'avons indiqué précédemment. Les mouvements physiques doivent suivre ces analyses statistiques.

  Ces mouvements à l'intérieur du magasin ne présentent aucun caractère d'urgence. La procédure préconisée est la suivante :
  – proposition par le système des changements de classe des articles
  – acceptation ou non par un responsable : en effet, le classement se fait par analyse du passé et le reclassement se fait pour l'avenir. Certaines actions peuvent modifier sensiblement le cours des événements comme des promotions programmées. Dans ces cas, il peut être judicieux qu'un responsable refuse le déclassement proposé
  – demande de transfert pour un certain nombre d'articles. Le réaménagement doit pouvoir se faire en plusieurs fois pour éviter une trop grande surcharge ponctuelle
  – édition des transferts à effectuer avec les adresses d'origine et les nouvelles adresses de stockage
  – validation par le magasin des transferts réalisés.

  Un transfert de ce type correspond, en fait, à une sortie immédiatement suivie d'une entrée, en passant par le statut réservé.
- apparition des petites quantités. Si certains articles se retrouvent en petite quantité et n'occupent, par exemple, qu'un tiers de palette, il est intéressant de les déplacer vers des alvéoles de stockage équipées d'une lisse supplémentaire, à mi-hauteur. Un bon logiciel doit suivre les volumes restants et proposer des déplacements suivant la même procédure que ci-dessus.

  Dans le même esprit, le regroupement d'articles en très petite quantité peut se faire sur des palettes hétérogènes.

  Bien sûr, cela n'est valable que pour les articles de la classe C qui ne tournent plus ou très peu. Pour les autres classes, cette réorganisation serait incessante et n'aurait plus aucun sens.
- libération d'agrès. Les opérations de prélèvement vident les palettes ou les conteneurs. Si l'activité du magasin présente de fortes périodes de pointe dans la

journée, peut-être sera-t-il judicieux de reporter l'évacuation de ces contenants vides à une période calme.

Le logiciel de gestion de magasin devra savoir bien faire la distinction entre un gisement vide d'articles et un gisement disponible pour recevoir un nouveau chargement. L'enlèvement de ces contenants sera traité comme une opération de prélèvement classique. Les tournées de ramassage seront ordonnancées et optimisées comme les autres. Chaque ramassage sera validé, ce qui donnera à l'alvéole considérée le statut « disponible ». Dans certains cas, cette opération pourra être mise à profit pour faire une vérification d'inventaire, la valeur réelle et la valeur des fichiers devant être simultanément à zéro. Les opérations de comptage sont ainsi simplifiées à l'extrême.

11. Les contrôles périodiques

Certains types d'articles n'ont pas de date précise de péremption ; mais ils doivent faire l'objet d'examens ou d'analyses à intervalles réguliers. Généralement, les dates de ces opérations ne sont pas au jour près ou à la semaine près. Cette opportunité sera mise à profit pour lisser la charge du magasin.

12. Les inventaires

12.1 Définition

Dans le cadre de cet ouvrage, l'inventaire consiste en un dénombrement précis de ce que contient le magasin. Cette opération est indispensable pour les sociétés qui doivent savoir avec précision ce dont elles disposent ; elle est également imposée par le Code de commerce qui exige un comptage au moins une fois par an pour les professions ayant une activité commerciale.

L'inventaire peut être réalisé de plusieurs façons.

12.2 L'inventaire permanent

L'inventaire permanent que l'on appelle aussi « inventaire informatique », consiste à comptabiliser en permanence les entrées et les sorties, et de connaître ainsi le stock dont on dispose. Tous les stocks sont gérés de cette façon aujourd'hui ; mais bien sûr cela n'exclut pas les écarts car il s'agit de valeurs calculées, donc théoriques.

12.3 L'inventaire intermittent

L'inventaire intermittent est un contrôle par comparaison de l'inventaire permanent aux quantités effectivement observées dans le magasin. Il consiste à mobiliser une partie du personnel et à comptabiliser tout ce qui existe dans le stock. Cela revient à arrêter l'activité de l'entreprise pendant cette période. Les quantités relevées sur le

terrain sont alors comparées aux valeurs des fichiers. Lorsqu'il y a concordance entre les deux nombres, tout va bien. Quand il y a discordance, on parle alors « d'écarts d'inventaire », il est procédé à un deuxième comptage. Cela est fréquent car l'inventaire physique est une opération fastidieuse et par conséquent source de nombreuses erreurs. Deux comptages donnant le même résultat sont considérés comme justes.

Les causes des écarts réels sont multiples : erreurs sur les quantités à l'entrée, erreurs sur les quantités prélevées, articles détériorés pendant leur passage au magasin, confusion entre deux références, démarque inconnue, erreurs, etc. À cela s'ajoute les faux écarts dus à des erreurs de comptage.

L'usage de l'identification automatique rend cet inventaire infiniment plus rapide et plus sûr.

12.4 L'inventaire tournant

L'inventaire tournant est également un contrôle comme le précédent. Il consiste à répartir le comptage tout au long de l'année. Chaque jour (ou chaque semaine) le magasin va comptabiliser un certain nombre de références. Cela peut se faire au passage à zéro : zéro dans les fichiers informatiques ou zéro sur les étagères.

Sauf incident ou accident particulier, le déclenchement d'une opération d'inventaire est de la responsabilité de la gestion des stocks ; même si c'est le personnel du magasin qui réalise les comptages physiques.

Un entrepôt étant généralement ouvert entre 220 et 250 jours par an, il est conseillé de procéder aux vérifications pendant 200 jours, en traitant environ 1/200e du stock chaque jour. Les jours ouvrables restants permettront de régler le problème des pointes ou des épidémies hivernales touchant le personnel.

Nota important : il est fortement déconseillé de procéder aux opérations d'inventaire pendant des périodes d'exploitation. Sinon, il sera pratiquement impossible de savoir si le comptage a eu lieu avant tel ou tel prélèvement et cela générera de nombreuses « fausses erreurs ». Celles-ci entraîneront une multitude d'enquêtes qui feront perdre beaucoup de temps à l'équipe de magasiniers et quelquefois même son calme.

12.5 Le calcul de seuils

Très proche de l'inventaire, le WMS peut calculer en permanence les volumes stockés de produits dangereux. Il peut également déclencher une alarme dès lors que le volume se rapproche du volume maximal autorisé par la réglementation.

12.6 Modalités d'un contrôle d'inventaire

Qu'il s'agisse d'un inventaire intermittent ou tournant, le comptage doit se faire « en aveugle », c'est-à-dire que le contrôleur ne doit pas connaître les quantités théoriques. Sinon, il peut être influencé. À titre d'anecdote, voici comment un grand groupe procédait dans l'un de ses magasins de pièces détachées.

Les magasiniers, chargés du contrôle, partaient avec un listing indiquant les adresses de stockage, les références qui devaient se trouver théoriquement à ces adresses et les quantités théoriques correspondantes.

Ces magasiniers n'étaient pas très enthousiastes pour monter à dix mètres, juchés sur un chariot combiné, et compter une à une des pièces, stockées là pour la Marine Nationale, recouvertes d'une poussière de plusieurs décennies. Aussi utilisaient-ils le subterfuge suivant. Ils prétendaient trouver de nombreuses petites erreurs tantôt en plus tantôt en moins pour faire croire qu'ils avaient effectivement compté ce que, bien sûr, ils n'avaient pas fait. Comme les pièces étaient de peu de valeur, financièrement les prétendues erreurs en plus et en moins s'annulaient. L'écart d'inventaire, en francs, était donc négligeable et les contrôleurs financiers, commissaires aux comptes et autres auditeurs ne s'inquiétaient pas. Logistiquement parlant, pourtant l'écart était de l'ordre de 30 % ; les plus et les moins ne s'annulent pas.

Il y a deux morales à cette historiette. La première est qu'un contrôleur d'inventaire ne doit pas connaître les résultats attendus. La seconde est que l'erreur sur une référence est une erreur qui ne peut pas s'annuler par une autre erreur en sens inverse sur une autre référence.

13. La gestion des préparations de commandes

Si les entrées en magasin se font généralement en grande quantité et avec des contraintes de temps relativement confortables, il en va tout autrement des sorties : commandes de détail et commandes urgentes. C'est dire que l'organisation des préparations de commandes doit être l'objet des réflexions les plus poussées.

13.1 La réception des commandes

Si, dans certains établissements, les commandes arrivent directement au magasin, cette solution n'est pas la plus efficace. Il est souhaitable que ce soit le service commercial qui enregistre les commandes venant des clients extérieurs. Après vérification de la disponibilité des articles concernés auprès de la gestion des stocks, il acceptera la commande ou non. En cas de rupture de stock, le commercial pourra négocier un délai de livraison supplémentaire, proposer un produit de remplacement, répartir la pénurie entre plusieurs clients ou décider d'une livraison partielle. Ainsi, il remplira pleinement son rôle.

Le même schéma est à conseiller pour les commandes internes émanant de la production. Il est préférable qu'elles transitent par la gestion de production et des stocks.

13.2 Exemple d'un fichier commandes

Les informations figurant dans un en-tête de commande peuvent être les suivantes :

- Référence de la commande
- Nom du client
- Nombre de lignes

- Adresse 1
- Adresse 2
- Code postal
- Transporteur
- Niveau de service
- « Trip number »
- Date prévue d'expédition
- Commentaires : e.g. : lot homogène.

Les informations figurant dans une ligne de commande peuvent être les suivantes :

- Référence de la commande
- N° de la ligne
- Référence de l'article
- Quantité à livrer.

13.3 Les délais d'expédition

La recherche constante et légitime du « zéro stock » et du « zéro délai », dans toutes les activités, impose au magasin une réduction systématique du délai entre l'arrivée d'une commande et son expédition. Les chapitres précédents ont montré que les performances pouvaient beaucoup s'améliorer par la rationalisation de l'organisation, mais si cela ne suffit pas ; il faudra investir en hommes et en matériels. Le responsable du magasin devra donc bien analyser les surcoûts dus à des délais de préparation très courts pour pouvoir mettre le service marketing et le service commercial devant leurs responsabilités. Cela peut conduire à une facturation spéciale pour les commandes traitées en urgence. Le responsable du magasin cherchera aussi à négocier, auprès des mêmes services, un certain nombre de commandes à délai long qui permettent de lisser l'activité.

13.4 Les modes de transmissions des commandes

Les commandes peuvent arriver de l'extérieur par divers canaux : courrier, fax, minitel, téléphone, Internet. Pour ne pas réduire encore les temps laissés au magasin pour ses préparations, il est indispensable de concevoir un mode de transmission rapide depuis le service commercial. Il serait difficilement admissible de prendre plusieurs heures pour enregistrer une commande et ne plus laisser, au magasin, que quelques minutes pour la traiter. L'intérêt des systèmes informatiques interconnectés en réseau apparaît immédiatement.

13.5 La constitution des vagues

Un des grands gisements d'amélioration de la productivité réside dans l'optimisation des tournées de préparation. Pour que cette optimisation puisse exister il est nécessaire d'opérer sur un nombre significatif de prélèvements. Si l'on devait traiter les prélèvements un par un, il est clair qu'aucune optimisation ne serait possible. À l'inverse, il n'est pas réaliste de faire attendre les commandes trop longtemps pour améliorer l'optimisation. Il faut donc constituer des ensembles raisonnables de

commandes à traiter simultanément. Ce sont ces ensembles que l'on appelle « vagues » ou « rafales ».

Les commandes arrivent généralement de façon aléatoire, mais sont régies par la loi des grands nombres. Une analyse rapide des lois d'arrivée permettra de déterminer la bonne périodicité de constitution de ces ensembles de commandes. Celle-ci peut être variable : par exemple, une demi-heure en début de journée et dix minutes seulement quand l'heure de départ des transporteurs approche.

Les deux courbes de la figure 19.3 mettent bien en évidence l'importance de ce point. Elles sont issues de la simulation, sur ordinateur, du traitement de cent lignes de commandes à traiter par un magasin qui a plusieurs milliers de références en stock, placées à autant d'adresses différentes. La simulation a porté sur environ 100 000 lignes.

La première courbe indique la distribution statistique (courbe de Gauss) du nombre d'adresses à visiter, dans le cas où toutes les références sont consommées de façon identique. Une extrémité correspond au cas, utopique mais mathématiquement possible, où les cent lignes correspondraient à la même référence. Il n'y aurait donc besoin de ne visiter qu'une seule adresse. La seconde extrémité de la courbe correspond au cas, mathématiquement possible aussi, où les cent lignes correspondraient à cent références différentes. Il y aurait donc besoin de visiter cent adresses.

En moyenne, le préparateur devra se déplacer devant environ soixante-quinze gisements seulement parmi les cent ; pour autant qu'il puisse prélever plusieurs lignes dans la même tournée et que l'optimisation puisse porter sur l'ensemble des cent lignes.

La seconde courbe tient compte du cas le plus fréquent, c'est-à-dire d'une répartition de consommation de type ABC. Elle montre que, dans cette hypothèse et dans les mêmes conditions que ci-dessus, le préparateur n'aura, en moyenne, que soixante déplacements à effectuer.

S'il y avait obligation de traiter les prélèvements un par un, la préparation des cent lignes demanderait évidemment cent déplacements. En réalité, les contraintes de temps seront telles qu'il sera difficile d'atteindre ces 40 % d'économie ; mais quelques réflexions permettront sans doute d'en gagner entre 20 et 30 %.

Ce mode opératoire consistant à ne se déplacer qu'une seule fois pour prélever les lignes identiques de plusieurs commandes est l'organisation « Pick by line » dont il a été question précédemment. Ne pas oublier que cette optimisation entraîne l'obligation d'un tri, en bout de chaîne, pour rassembler toutes les lignes d'une même commande.

13.6 La décomposition en lignes

La tâche suivante du logiciel sera d'éclater les commandes pour pouvoir ensuite constituer les tournées. Cette opération doit se faire en deux étapes. La première consiste à décomposer les commandes en lignes et la seconde à décomposer, si besoin en est, les lignes en zones de prélèvement.

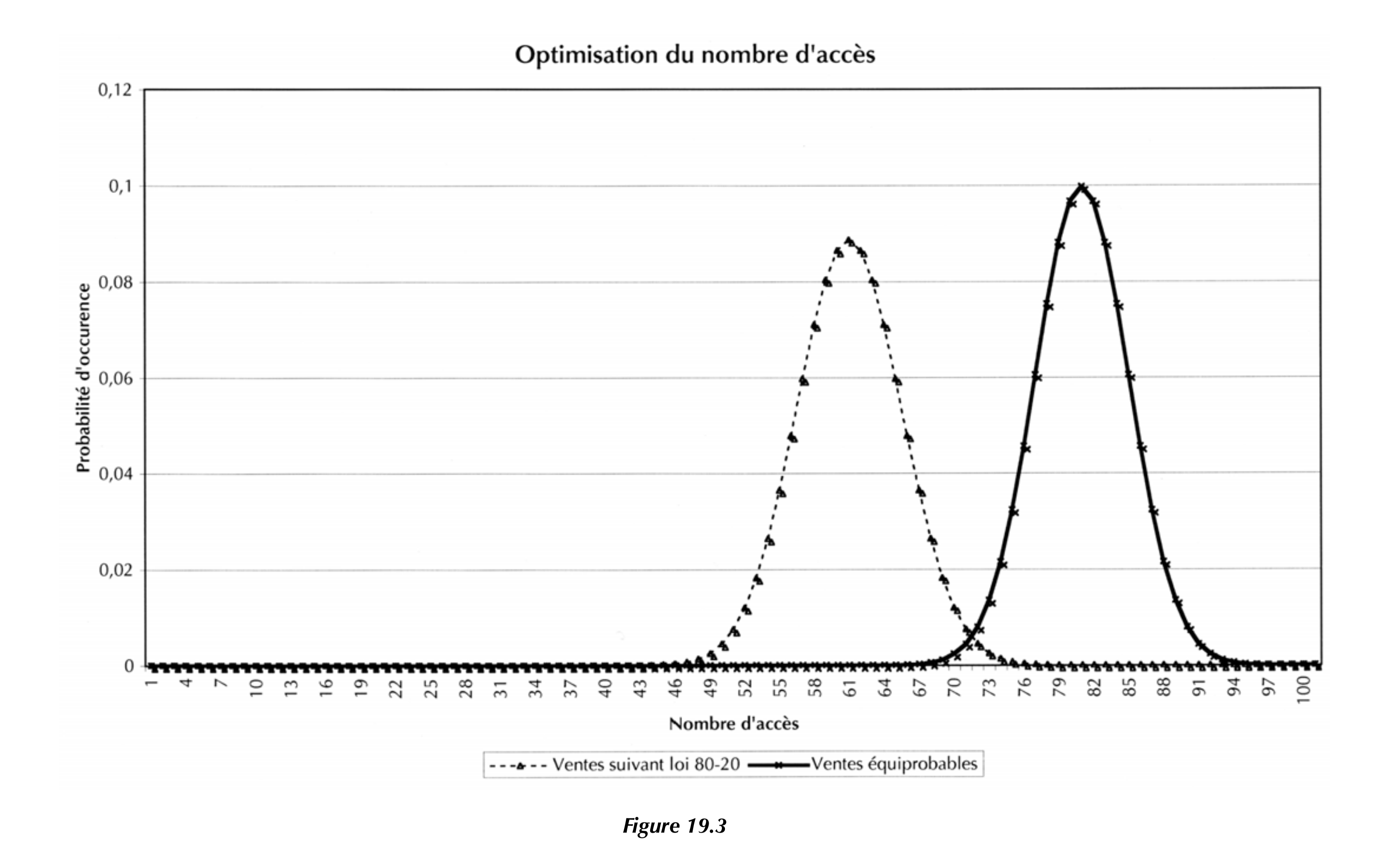

Optimisation du nombre d'accès
Probabilité d'occurence
0,12
0,1
0,08
0,06
0,04
0,02
0
1 4 7 10 13 16 19 22 25 28 31 34 37 40 43 46 49 52 55 58 61 64 67 70 73 76 79 82 85 88 91 94 97 100
Nombre d'accès
Ventes suivant loi 80-20
Ventes équiprobables

Figure 19.3

Par exemple, si une ligne correspond à une quantité d'articles représentant une palette, trois cartons standards et deux UVC, ces conditionnements différents peuvent être prélevés dans trois zones différentes ; la décomposition devra en tenir compte.

13.7 Les critères de choix des adresses de prélèvement

Le magasin peut avoir à choisir entre des articles de la même référence mais qui possèdent des attributs différents, date d'entrée en stock ou numéro de lot, si ce dernier n'est pas suivi par la gestion des stocks.

Les caractéristiques variables d'une même référence sont innombrables et dépendent grandement de l'industrie à laquelle appartient le magasin. Parmi les plus fréquentes, on trouve : la date d'entrée en magasin, la date limite de vente (DLV), la date limite d'utilisation optimale (DLUO, Best before), la date de péremption, la prochaine date de contrôle périodique pour certaines spécialités pharmaceutiques, etc.

Les notions de lot, de bain, etc. ne sont pas mentionnées, car elles sont d'évidence du ressort de la gestion des stocks.

Ces diverses caractéristiques donnent lieu à des règles de gestion adaptées aux articles concernés, comme par exemple :

- La règle du FIFO (de l'anglais first in : first out, premier entré : premier sorti) : cette règle est souvent appliquée pour éviter l'obsolescence des produits.
- La règle du LIFO (de l'anglais last in : first out, dernier entré : premier sorti) : on retrouve cet usage dans l'alimentaire frais. Les études marketing ont, en effet, montré que la fraîcheur des produits était un argument de vente fort et qu'il valait mieux que les invendus soient des produits plus anciens. Ce type d'exploitation est aussi quelquefois imposé par la structure même du stockage, stockage dans des couloirs en cul-de-sac par exemple.
- La règle du FEFO (de l'anglais first expired : first out, premier périmé : premier sorti).
- La règle du lot unique : des clients de plus en plus nombreux exigent que tous les articles d'une ligne de commande appartiennent à un seul et même lot et ce pour simplifier leur propre traçabilité. Cette règle peut entrer en conflit avec la règle du FIFO.

13.8 Le choix des adresses de prélèvement

En fonction des règles précédentes ou d'autres le WMS devra affecter des adresses à chacune des lignes qui auront été précédemment décomposées.

- Si la référence demandée ne se trouve qu'à un seul emplacement, le problème ne se posera pas. C'est rarement le cas.
- Si une même référence se trouve à plusieurs adresses différentes et que tous les conditionnements sont complets, on choisira l'adresse qui aura été occupée la première.

- Si des prélèvements ont déjà eu lieu dans l'un des gisements, deux cas peuvent se présenter suivant que la quantité d'articles à prélever est supérieure ou inférieure à la quantité restante.
- Si la quantité à prélever est inférieure ou égale à celle qui reste, le nouveau prélèvement s'effectuera à cette même adresse.

Dans le cas contraire, si l'on donne la priorité à la réduction des temps de picking, c'est une adresse qui abrite une quantité égale ou supérieure à la demande, qui sera choisie. Si l'on préfère privilégier le taux de remplissage du magasin, il faudra effectuer deux prélèvements : le premier pour vider l'adresse entamée (notion de « Pick to Clean ») et le second, à une nouvelle adresse, pour compléter la commande. Sauf cas particulier, c'est cette solution qu'il faut retenir ; sans quoi le taux d'occupation du magasin risquerait d'en souffrir, à moins de procéder à des opérations de regroupement en période creuse, et dans ce cas, c'est la productivité qui chuterait.

13.9 Les critères de constitution des tournées

Une fois que toutes les adresses à visiter sont déterminées, la prochaine opération consiste à les regrouper judicieusement pour constituer les tournées de prélèvement. Les grands facteurs de regroupement sont :

- le volume et le poids de l'ensemble des prélèvements de la tournée, (un chariot combi ne peut pas transférer plus d'une palette à la fois ; et par conséquent un prélèvement d'une palette constituera, à lui seul, la tournée)
- l'appartenance des articles à une même zone de stockage
- l'accessibilité à partir d'un même moyen de manutention
- la remise à un même transporteur
- les heures de départ voisines.

13.10 L'optimisation des tournées

La constitution de la tournée a déjà tenu compte de la zone de prélèvement. Celle-ci est donc la plus courte possible. Une seconde optimisation va consister maintenant à minimiser les déplacements nécessaires pour prélever les articles de la tournée : il s'agit de définir l'ordre dans lequel les prélèvements doivent s'effectuer à l'intérieur de la zone précédemment définie.

Si les choses sont simples dans le cas d'un déplacement au sol, elles deviennent plus complexes quand le déplacement intéresse les trois dimensions, comme dans le cas des chariots à nacelle élevable ou des transtockeurs. Les algorithmes doivent tenir compte des performances réelles des équipements prévus pour que les déplacements horizontaux et verticaux se fassent, le plus possible, en temps masqué.

La « tournée » d'un carton détail dans une préparation en organisation « Pick and Pack » est un cas très particulier. Si l'on souhaite minimiser le nombre de postes auxquels le carton se présentera, on essaiera d'affecter à un même carton toutes les lignes correspondant à un poste. Cette disposition diminue la charge du système transitique.

Certains sites effectuent un choix complètement inverse pour privilégier l'efficacité du contrôle pondéral.

13.11 Les cycles combinés

Une forme un peu particulière de l'optimisation des tournées est la gestion des cycles combinés. Le logiciel devra regrouper, deux par deux, les missions d'entrée et les missions de sortie de telle façon que, dans un cycle combiné, les deux missions concernent des adresses les plus voisines possibles. Souvent ce sont les sorties qui sont prioritaires ; aussi, un certain nombre d'entrées seront conservées en réserve pour garder une certaine latitude dans les choix.

Ce genre d'optimisation permet d'apporter, dans le cas de transtockeurs, des gains de productivité qui peuvent atteindre de 20 à 30 %.

13.12 Les exceptions

Tout ce qui précède ne tient pas compte de l'obligation, que l'on rencontre quelquefois, de faire préparer une commande par un seul préparateur, quels que soient le nombre de lignes de cette commande et leur emplacement de stockage. Ce type d'obligation est motivé par une recherche de qualité, par une responsabilité unique. Il limite aussi beaucoup le champ des possibles optimisations.

13.13 Le précolisage

Si l'activité du magasin comprend le traitement d'articles au détail qu'il est nécessaire d'emballer avant expédition, le logiciel de gestion du magasin peut déterminer la taille des conditionnements à utiliser. C'est cette fonction que l'on nomme précolisage. Cette fonction devient indispensable dans le cas d'une organisation en « Pick and Pack ».

Les algorithmes de précolisage les plus rudimentaires procèdent par addition des volumes des articles corrigés d'un coefficient de remplissage se situant généralement entre 0,7 et 0,8. Le volume total ainsi obtenu est comparé aux volumes utiles des cartons de la gamme.

Les algorithmes plus évolués travaillent à partir des trois dimensions des articles et des trois dimensions intérieures des cartons. La finesse des algorithmes se juge très facilement en observant le remplissage des cartons juste avant le poste de coiffage ou de fermeture.

Le résultat de ce calcul peut figurer sur les instructions du premier poste de picking ; mais il peut aussi, dans le cas d'une unité plus fortement automatisée, être transmis directement à une machine automatique de formage de cartons.

13.14 La transmission des instructions de picking

Le résultat de la constitution des tournées doit parvenir aux préparateurs pour qu'ils puissent effectuer leur travail. Pour ce faire plusieurs solutions existent :

- un document spécifique récapitulant, dans l'ordre, les différents prélèvements de la tournée sous forme d'un listing informatique. Le listing informatique présente l'inconvénient d'être un document dont l'utilité n'est que de quelques minutes.
- les étiquettes d'expédition des articles sur lesquelles l'indication des adresses de prélèvement aura été ajoutée. Les étiquettes d'expédition qui sont, de toute façon, indispensables, sont un pas significatif vers le « zéro papier » inutile.
- les terminaux informatiques locaux.
- les micro-terminaux de PCAO. Dans le cas d'une organisation « Pick and Pack », les conditionnements sont formés ou choisis avant le début de la tournée puisque le préparateur y dépose les articles au fur et à mesure des prélèvements.

Dans ce cas de figure, les étiquettes d'expédition sont éditées et collées lors de la formation des cartons. Les instructions de prélèvement seront présentes sur celles-ci. Cette disposition permet des gains de productivité et limite le nombre d'erreurs potentielles. Un bordereau de colisage peut aussi être édité en temps réel et introduit automatiquement dans le carton. Il sera utilisé seulement en cas de panne de la PCAO ou en cas de difficulté (rejet du contrôle pondéral, rupture de stock à la suite d'un écart d'inventaire, etc.).

Dans un magasin où la collecte des préparations est mécanisée, les étiquettes des cartons comprennent l'indication des zones de prélèvement sous la forme d'un code à barres. Celui-ci est lu par des lecteurs disposés sur le circuit transitique qui ainsi acheminera automatiquement le carton vers les zones concernées.

Les micro-terminaux locaux sont installés sur les casiers de stockage eux-mêmes. Ils indiquent une quantité à prélever dans le casier et disposent d'un bouton poussoir qui permet au préparateur d'indiquer que son prélèvement est terminé, ce qui déclenche l'envoi, en temps réel, des instructions suivantes. Étant donné son coût, ce système ne peut s'appliquer qu'à un nombre limité d'adresses. Il est une aide efficace qui évite notamment la confusion entre casiers voisins. Il évite aussi au préparateur de se déplacer pour aller chercher ses instructions.

- des instructions, transmises par radio, à un micro-terminal embarqué sur les équipements destinés aux prélèvements, chariots ou autres.

Les terminaux radio embarqués présentent les mêmes avantages que les dispositifs précédents ; mais comme ils sont en nombre restreint, un seul par préparateur, il est beaucoup plus facile de justifier l'investissement.

13.15 Le compte rendu de bonne exécution

Pour pouvoir suivre l'avancement des préparations de commandes et pour connaître la disponibilité des magasiniers qui en sont chargés, ceux-ci doivent donner un compte rendu de bonne exécution à la fin de chaque prélèvement ou de chaque tournée. La transmission de cette information dépendra du canal d'acheminement des instructions de prélèvement : liste de picking visée, acquit sur la console, ou acquit sur le terminal embarqué.

13.16 Exemple d'un fichier de compte rendu

Les informations figurant dans un en-tête de commande préparé peuvent être les suivantes :

- Référence de la commande
- Nom du client
- Nombre de lignes
- Transporteur
- Niveau de service
- Poids livré
- Date d'expédition
- Heure d'expédition
- Nombre de colis.

Les informations figurant dans une ligne de commande préparée peuvent être les suivantes :

- Référence de la commande
- N° de la ligne
- Référence de l'article
- Quantité livrée.

Les informations figurant dans un colis préparé peuvent être les suivantes :

- Référence de la commande
- Référence colis
- Nombre de lignes
- Poids du colis
- Volume du colis.

Les informations figurant dans une ligne de colis préparé peuvent être les suivantes :

- Référence colis
- N° de ligne
- Référence article
- N° de lot
- Quantité livrée.

14. La gestion des sorties

Le paragraphe précédent a permis de voir comment le logiciel de gestion du magasin pouvait assister la préparation des commandes. Une fois préparées, elles doivent, maintenant quitter le magasin pour se rendre chez leur destinataire. Ce paragraphe va examiner les différents services que peut rendre le système informatique.

14.1 Consolidation des envois

Quand cette consolidation est obligatoire, il s'agit d'un travail important qui demande du temps et de la place ; il convient donc d'y réfléchir sérieusement. Certains grossistes demandent que les lignes de commandes soient conditionnées séparément car chacune est destinée à un client final différent. Cette procédure leur évite de faire le paquet eux-mêmes. Mais de moins en moins souvent la consolidation s'avère nécessaire ; elle est confiée aux transporteurs.

14.2 Le regroupement par destinations

Le regroupement des expéditions confiées à un même transporteur (remise) reste bien sûr toujours obligatoire.

Un pré-tri des colis destinés à une même région peut permettre d'obtenir des tarifs de transport qui justifient parfois d'investir dans des machines de tri. Cela n'est valable que pour des envois en très grand nombre comme chez les vépécistes et pour des transporteurs comme La Poste.

Le système informatique sera indispensable pour les tris et les contrôles en gérant l'identification automatique.

14.3. Contrôles

Il est évident que moins il y aura de regroupement par lignes ou par commandes, plus difficiles seront les contrôles et plus il sera tentant de les automatiser. En effet, les divers éléments d'une commande ont toutes les chances d'être préparés en des lieux et en des temps différents. Ces contrôles peuvent se faire à l'aide de l'identification automatique. Le rôle de l'identification dans le contrôle automatique ou assisté est primordial, le détail en est donné dans le paragraphe qui lui est consacré plus loin.

Une autre méthode, dont il a déjà été question, est le contrôle automatique du poids final du colis. Le système informatique calcule le poids théorique du colis à partir des éléments de sa base de données : poids des articles et poids du conditionnement. Il compare, en temps réel, ce poids au poids réel mesuré par une bascule électronique qui lui est raccordée. Cette disposition a des limites qui ont été étudiées plus tôt.

14.4 Marquage

Quelques industries de luxe demandent quelquefois de marquer les articles avant emballage. Ce marquage consiste en un codage invisible ou crypté qui permettra d'assurer la traçabilité des produits qui ont quitté frauduleusement les circuits de commercialisation convenus. On parle de marquage anti-trafic. Il peut également s'agir du marquage des échantillons, marquage qui en rendra la vente impossible. Un marquage peut aussi être demandé par les clients avec des codes qui leur sont propres ou des prix de vente au détail personnalisés. Tous ces besoins sont vraiment très spécifiques. Une réflexion indiquera s'il est judicieux de faire exécuter ces tâches par le système de gestion du magasin ou par un système dédié.

14.5 La gestion des palettes Pool

Les palettes qui appartiennent à un pool devront être identifiées et devront être comptabilisées pour informer le propriétaire. Celui-ci devra connaître le nombre de palettes et leurs destinataires.

14.6 Étiquetage

Si cela n'a pas déjà été fait plus tôt, dans le cas d'une organisation « Pick and Pack », la génération des étiquettes d'expédition doit avoir lieu au poste d'emballage ou de palettisation après identification de la commande. Cela vaut pour tous les conditionnements : cartons, palettes, containers, etc.

Ces étiquettes doivent quelquefois répondre à des exigences très strictes des clients destinataires. Le détail d'une étiquette GALIA, qui est exigé dans l'industrie automobile et chez les équipementiers est donné plus loin. Le système de gestion de magasin doit se charger de l'édition de ces différentes étiquettes.

Les transporteurs apprécient beaucoup aussi que les étiquettes d'expédition portent leur propre code à barres qui leur permettra de passer les cartons sur leurs machines de tri. C'est une contrepartie de la consolidation qu'ils feront. Beaucoup de transporteurs proposent de fournir le logiciel de codage.

Depuis de nombreuses années, des discussions sont en cours pour standardiser ce codage. Cette standardisation, qui serait bénéfique pour toutes les parties prenantes, verra-t-elle enfin le jour ?

15. Affectation des zones

Dans les magasins d'une certaine importance, le logiciel peut effectuer la gestion des zones de rétention. À chaque contrat qui le nécessitera, il affectera une zone de surface correspondante aux besoins, comme il procède pour la gestion des gisements de stockage. Au départ de la commande, cette zone sera libérée après validation des magasiniers.

D'une façon comparable, il serait dommage que le système informatique ne permette pas d'ordonnancer l'occupation des quais au départ. Dans les très grandes unités, le système, quelquefois, commande le « télé-pancartage » qui guide les véhicules depuis le poste de garde à l'entrée du site jusqu'au quai qui leur a été affecté.

16. L'annulation de commande tardive

S'il est relativement facile d'obtenir des traitements informatiques complexes pour des fonctions normales, il est beaucoup plus rare de trouver un traitement satisfaisant des cas anormaux. Il sera judicieux d'être extrêmement vigilant lors de l'analyse fonctionnelle, on serait tenté de dire l'analyse dysfonctionnelle.

C'est dans ce cadre que doit être traitée l'annulation d'une commande alors qu'elle est programmée, voire même en cours de préparation ou déjà préparée. La prise en compte d'une telle annulation doit être aisée et les réactions doivent être rapides. La saisie par un responsable du magasin doit être unique ; il ne faut pas, comme cela s'est vu maintes fois, devoir intervenir sur de multiples fichiers pour que ceux-ci soient mis à jour. Les opérations non encore effectuées devront être interrompues ou décommandées, les articles réintégrés dans le stock, la facturation et la préfacturation transport annulées.

17. Gestion des chargements

Si le besoin existe, on peut demander au système informatique de concevoir le plan de chargement des camions. Si ceux-ci doivent livrer plusieurs clients dans une même tournée, les commandes destinées au client qui sera livré le dernier doivent être chargées en premier au fond du véhicule et ainsi de suite pour les suivantes.

Le chargement dans les véhicules peut donner lieu à un dernier contrôle. Ce contrôle peut d'ailleurs être contradictoire, effectué simultanément par le magasinier et le chauffeur. Il y a en effet transfert de responsabilité sinon transfert de propriété. Cette opération sera grandement facilitée par l'utilisation de l'identification automatique et elle évitera un certain nombre de litiges ultérieurs.

18. Génération des documents d'expédition

18.1 Les documents

Après les derniers contrôles, le système informatique aura la charge d'éditer les derniers documents d'accompagnement qui peuvent être :

- les bordereaux d'expédition (ou bordereaux de remise), documents qui sont à remettre au transporteur qui doit les émarger. Ces documents peuvent concerner les expéditions de plusieurs voitures, et en quelque sorte formalisent un transfert de responsabilité. Ces documents peuvent quelquefois être avantageusement donnés sur support magnétique
- les bordereaux d'expédition qui accompagnent les colis et qui doivent être remis aux destinataires
- les récépissés de transport à établir sur papier à en-tête du transporteur, qui sont des récépissés de réception et qui sont à émarger par les destinataires
- la lettre de voiture qui est destinée au chauffeur pour qu'il puisse effectuer ses propres contrôles et qui peut servir en cas d'accident.

Les états pour le paiement des timbres fiscaux seront générés lors de ce traitement.

D'autres documents spécifiques de certains produits seront avantageusement édités par le WMS comme :

- la fiche de sécurité pour les matières dangereuses

- le congé pour les alcools
- etc.

18.2 Exemple de dossier

Ce dossier pourra comprendre les informations suivantes :

- Référence de la commande
- Nom du client
- Adresse
- Code postal
- Nombre de colis
- Poids livré
- Volume livré
- Date de livraison
- Mode de paiement (Port avancé, Port dû, Franco).

19. La préfacturation

Certains progiciels complets permettent d'enregistrer les conditions tarifaires des transporteurs habituels de la société. D'autres s'interfacent facilement avec des logiciels entièrement dédiés à cette tâche. Cette disposition aidera à résoudre deux types de problèmes différents : la simulation et la vérification.

19.1 La fonction simulation

Le rapprochement des conditions de facturation et des caractéristiques des commandes (destinations, poids et volumes) permet de calculer les prix que feraient les fournisseurs répertoriés si on les consultait.

Si l'appel à la concurrence est la règle habituelle de la société pour chaque expédition ou pour des envois d'un type particulier, le système informatique évite ainsi de solliciter en permanence, et inutilement, les transporteurs tout en pouvant choisir le prestataire dont le réseau et/ou la localisation des plates-formes conduisent aux meilleurs prix.

19.2 La fonction vérification

Le déroulement de la même algorithmique, mais pour le seul transporteur choisi, permet de connaître, à l'avance, le montant de la facture que l'on recevra ultérieurement. La comparaison du montant prévu et du montant présenté rend très facile et très rapide le contrôle des factures. L'automatisation de cette tâche de contrôle permet d'économiser souvent plusieurs journées d'un travail fastidieux et d'éviter de nombreux litiges.

20. Les sorties exceptionnelles

Quelle que puisse être la qualité de l'étude de conception du magasin, il se produira toujours des cas exceptionnels dont les procédures n'auront pas été envisagées. Il peut s'agir d'une sortie nécessaire pour un motif quelconque, imprévue et qui n'arrive pas par les canaux habituels. On parle souvent de « sortie du chef ».

D'ailleurs, il n'aurait sans doute pas été judicieux de demander des développements particuliers qui ne seraient utilisés que très rarement ; cela aurait alourdi inutilement le logiciel et augmenté les coûts.

En revanche, le progiciel doit accepter des forçages qui, même s'ils sont verrouillés par un mot de passe, autorisent des saisies imprévues et des remises à jour aisées.

21. Les programmes utilitaires

Une application informatique ne peut être opérationnelle que si elle est entourée d'un certain nombre de programmes, dits utilitaires, qui se chargent de fonctions qui pour être standards n'en sont pas moins essentielles. Lors du choix d'un fournisseur, la présence et la qualité de ces programmes seront un critère à ne pas négliger.

21.1 Les interfaces de communication vers le niveau supérieur

Les échanges d'informations avec les logiciels de gestion du niveau supérieur ne se font pratiquement plus par des liaisons point à point mais au moyen de réseaux locaux. C'est, sans conteste, la solution qu'il faut adopter pour une nouvelle installation. Le choix se portera vers un réseau qui correspond aux normes internationales et qui est adopté par une majorité de constructeurs. Cette précaution évitera d'être prisonnier d'un seul constructeur d'ordinateurs et facilitera les éventuelles opérations de migration ultérieures. La norme quasiment universellement adoptée aujourd'hui est celle de l'Ethernet.

21.2 Les interfaces de communication avec les équipements

Il est indispensable que l'application puisse dialoguer, en temps réel, avec les équipements de niveau un : le réseau transitique, les machines de tri, les transtockeurs et autres dispositifs de stockage automatique, les terminaux embarqués sur les chariots, les systèmes d'identification automatique, le pesage de contrôle, les machines d'emballage, etc.

Même si aucun de ces matériels n'est envisagé dans un premier temps, ils apparaîtront sans aucun doute rapidement, aussi faut-il prévoir leur connexion dès à présent.

Plusieurs solutions existent pour permettre ces dialogues : le réseau précédent, un autre réseau local plus orienté temps réel ou des liaisons point à point. Le choix se portera sur la solution la mieux adaptée à l'ensemble des équipements. Plusieurs solutions peuvent être mises en œuvre simultanément.

21.3 La fonction tableur

Quelle que puisse être la richesse des fonctionnalités offertes par les progiciels de gestion de magasin, il apparaîtra toujours, à un moment donné, un besoin bien spécifique. L'intégration d'un tableur, standard de préférence, permettra au responsable du magasin d'effectuer les calculs particuliers dont il a besoin. Cette disposition apporte un grand confort pour un coût modique. À tout le moins, il doit être possible d'exporter facilement les données dans un format compatible.

21.4 L'échange de données informatiques

Il est curieux de constater que, même en ce début de siècle, très souvent le flux d'informations est plus lent que le flux physique. La démocratisation de l'EDI devrait remédier à cette situation.

La recherche du « zéro papier » et le développement de l'informatique et des télécommunications sont à l'origine des projets d'échanges de données informatiques (EDI). La commission économique des Nations Unies travaille à l'élaboration de normes internationales EDIFACT (Electronic Data Interchange For Administration, Commerce and Transport).

Comme tout travail de normalisation est long, beaucoup de branches professionnelles ont avancé en édictant leurs propres normes sectorielles. On peut citer, par exemple, ODETTE (Organisation de Données Échangées par TéléTransmission en Europe) et sa représentation nationale française GALIA pour l'industrie automobile et les équipementiers. Les transporteurs ont fondé une association, EDITRANSPORT, chargée de représenter la profession auprès des organismes normalisateurs et les pouvoirs publics ainsi que de promouvoir la mise en œuvre de l'EDI dans les entreprises de transport. Les avantages de l'EDI, attendus ou déjà constatés par les entreprises-pilotes, sont multiples :

- augmentation de la productivité par suppression des ressaisies
- augmentation de la réactivité par la mise en place anticipée de moyens
- amélioration de la qualité par diminution drastique du nombre d'erreurs
- accélération des échanges
- etc.

Les données qui peuvent être échangées par ce canal sont comptables, commerciales, financières ou logistiques. Ainsi, à titre d'exemple, dans son action FIEV 2000, la Fédération des Industries des Équipements pour Véhicules a défini les messages suivants entre un fournisseur et son client :

- envoi d'un tarif (PRILST)
- envoi d'une commande (ORDER)
- accusé de réception de commande (REPORDER)
- avis d'expédition (AVIEXP)
- envoi de la facture (INVOIC).

Les sigles entre parenthèses sont les noms normalisés des messages parmi plus d'une centaine. Si pour l'instant l'EDI n'en est encore qu'à ses débuts, applications

partielles, mono sectorielles et mono modales, une généralisation est à prévoir à court ou moyen terme ; aussi doit-on dès à présent prévoir d'accueillir les utilitaires correspondants. Ceux-ci sont composés principalement d'un traducteur et d'une interface réseau. Le traducteur se charge de transcrire les informations, au format de l'entreprise, en messages normalisés et inversement. L'interface réseau doit envoyer ou recevoir les messages préparés sur le réseau national choisi, Transpac, Internet, etc.

21.5 Les interfaces opérateurs

Si au début de l'informatique industrielle, on se souciait peu de l'ergonomie des vues d'écrans et des procédures de saisie, cela n'est plus acceptable. La convivialité des interfaces opérateurs sera un critère de sélection des fournisseurs. Cette remarque vaut d'autant plus s'il s'agit, pour les exploitants, d'un premier contact avec une activité informatisée.

On ne peut pas demander à un magasinier d'être un expert du clavier ; on s'attachera donc à simplifier les saisies : simples clics de souris sur des réponses proposées, lecture d'un code à barres à l'aide d'un crayon ou utilisation des touches fonctionnelles.

Les éditions papier sur imprimante ne seront autant que possible pas systématiques, mais seulement déclenchées à la demande. Il est inutile d'éditer des kilomètres de listings si personne n'a l'intention de les utiliser. Par contre, il ne faut pas négliger le côté psychologiquement rassurant d'un document écrit pour des utilisateurs débutants.

22. Des fonctions annexes

22.1 L'aide à la maintenance

Si le site n'a pas de système de GMAO (Gestion de la Maintenance Par Ordinateur), il sera intéressant que le logiciel du magasin comptabilise les arrêts des équipements qui lui sont connectés, comme des transtockeurs par exemple. Ce suivi sera utile pour les réceptions de matériels qui ont des clauses de disponibilité.

Le logiciel tiendra le calendrier des opérations de maintenance préventive, entretien et contrôles périodiques.

22.2 La gestion technique du bâtiment

De la même façon, si le site ne dispose pas d'un système de GTB (Gestion Technique du Bâtiment), il n'est pas question de demander au WMS de le remplacer complètement. Par contre, il serait sans doute intéressant de lui demander quelques fonctions élémentaires comme le contrôle de température ou contrôle d'accès dans des chambres froides.

23. Les apports d'une gestion informatisée

Les apports d'une informatisation intelligente de l'entrepôt sont innombrables. Non seulement un WMS permet de mieux faire un certain nombre de tâches qu'il serait possible d'effectuer « à la main », mais il permet de réaliser des fonctions inimaginables autrement par la complexité des calculs à exécuter ou les contraintes de temps à respecter.

Parmi celles-ci on peut en citer quelques-unes (l'exhaustivité est utopique dans ce domaine) :

- les grandes fonctions d'optimisation
  – des emplacements
  – des mouvements
  – des encours
  – de l'ordonnancement
  – des conditionnements
  – des trajets
  – de l'utilisation des ressources
- une connaissance (enfin !) exacte du stock
- une réduction significative des écarts d'inventaire (division par 10, voire 100)
- une gestion effective de la traçabilité (tracking et tracing)
- la réduction (disparition ?) des erreurs de préparation
- le respect des consignes de sécurité (seuils critiques, édition des FDS…).

Il est à noter que la mise en place d'un premier logiciel de gestion d'entrepôt s'accompagne inévitablement d'une remise en cause de l'organisation. La conduite des deux actions aboutit fréquemment à des gains de productivité pouvant atteindre 100 % toujours accompagnés d'une amélioration générale des conditions de travail, diminution du stress, meilleure ergonomie, etc.

Il est difficilement concevable que si peu d'entrepôts (≤ 10 %) soient informatisés. L'installation de progiciels de la dernière génération ne demande à l'origine qu'une configuration mono poste (PC) et un investissement relativement faible en comparaison des gains générés. La modestie de leur prix ne doit pas faire oublier une richesse de fonctionnalités que n'offrent souvent pas des progiciels quatre ou cinq fois plus chers.

Ajout du paragraphe :

Le calcul de la durée de retour sur investissement (ROI, Pay-back) d'un logiciel de gestion d'entrepôt est relativement difficile à calculer car la mise en place d'un WMS s'accompagne, presque toujours, d'autres remises en cause, réimplantations, changement d'organisation, etc.

Néanmoins, il est souvent admis que la première installation d'un tel logiciel est amortie dès la première année.

20

Les moyens à mettre en œuvre

Précédemment, les différents moyens de stockage et de manutention, proposés par les constructeurs, ont été mis en face des besoins en flux physiques. De même ce chapitre va exposer, à grands traits, les moyens informatiques, logiciels et matériels, qui sont disponibles pour satisfaire les besoins qui ont été exposés dans le chapitre précédent.

L'exposé de ces moyens sera rapide ; car une nouvelle gamme de matériels apparaît environ tous les dix-huit mois et les produits logiciels sont, généralement, remis à jour plusieurs fois par an. Aussi ce qui serait dit ici serait à remettre à jour tous les mois.

Dans le choix des moyens, il est judicieux de commencer par le choix du logiciel. Lorsque ce choix sera fait, il sera facile de déterminer le calculateur sur lequel sera implanté ce logiciel.

1. Les moyens logiciels

Il s'agit de « mettre en musique » les fonctionnalités répondant aux besoins qui viennent d'être recensés précédemment. Quatre grandes familles d'outils logiciels peuvent le permettre :

- les outils universels de type tableurs ou bases de données. Cette solution implique un budget achat modeste mais un effort de développement important. Les fonctionnalités ne seront jamais sophistiquées mais toujours personnalisées. Ce peut être un apprentissage des aides que l'informatique est capable d'apporter ;
- les logiciels spécifiques d'application ;
- les progiciels dédiés, WMS ;
- les modules logistiques des logiciels intégrés, ERP.

La démarche va donc être de choisir la solution la mieux adaptée aux besoins de l'entreprise, à sa maturité logistique et informatique et à ses moyens financiers.

1.1 Les progiciels et les logiciels d'application

On appelle progiciels des logiciels qui ont été développés pour des applications et clients multiples. Le mot est né de la contraction de « produit logiciel ».

Les avantages d'un progiciel sont nombreux. Il est disponible, donc son délai d'obtention sera réduit par rapport à un logiciel qu'il faudrait développer entièrement. Puisqu'il est disponible, il est possible de le tester, au moins partiellement, avant de l'acquérir. Comme le progiciel a déjà été utilisé sur d'autres sites, le nouvel acquéreur bénéficiera d'une version déverminée, ce qui représente un nouveau gain de temps. Destiné à de nombreux clients, les frais de programmation du progiciel sont répartis et les coûts d'acquisition sont donc généralement plus faibles. Enfin, toujours du fait de la multiplicité des clients, chaque année verra des améliorations successives du progiciel et chacun pourra en bénéficier.

Un inconvénient du progiciel est qu'il peut ne pas s'adapter parfaitement aux particularités de la société et à ses besoins spécifiques. Si c'est le cas, deux solutions sont possibles : ou l'entreprise modifie sa demande ou il faut adapter le progiciel par des développements personnalisés.

Un second inconvénient se trouve dans la coordination des changements de versions du progiciel et du système d'exploitation du calculateur hôte, au fil des ans ; car la compatibilité est rarement ascendante.

Les logiciels d'application, développés sur mesure pour un seul client sur un seul site, sont maintenant très difficiles à justifier compte tenu de ce qui vient d'être dit dans les paragraphes précédents. Il existe aujourd'hui sur le marché suffisamment de progiciels de grande diffusion et de grande qualité pour qu'une mise en concurrence soit possible et que la très grande majorité des besoins soient satisfaits.

Certains éditeurs de logiciels intégrés de niveau 3 (GPAO, ERP) proposent des modules pompeusement baptisés WMS. On n'y trouve généralement que quelques fonctions élémentaires extrêmement « rustiques ». Si le concepteur envisage de s'engager dans cette voie, il sera prudent d'inventorier soigneusement les fonctionnalités offertes. Les choses risquent de changer à moyen terme : des éditeurs de renom ont promis de se pencher sérieusement sur le problème dans les années qui viennent.

Le choix entre un WMS et le module logistique d'un ERP est souvent difficile. Il donne lieu à des discussions vives et passionnées entre logisticiens et informaticiens, les premiers cherchant des fonctionnalités avancées d'optimisation (classement ABC, calcul des tournées, précolisage, etc. que les intégrés ont encore bien du mal à offrir) et les seconds voulant conserver une certaine unité du système informatique et redoutant surtout le développement laborieux d'interfaces entre deux logiciels d'origine différente.

Force est de reconnaître que certains éditeurs d'ERP et leurs agents commerciaux usent, et même abusent, de cette crainte.

1.2 L'aspect juridique

Il existe une grande différence au plan juridique entre les logiciels et les progiciels ; il est bon d'y réfléchir avant de passer une commande. Quand il s'agit de logiciels, la jurisprudence souligne l'obligation qui est faite à l'acheteur d'exprimer correctement ses besoins, et au vendeur de satisfaire les besoins exprimés. Dans le cas d'un progiciel, toute la responsabilité revient à l'acheteur. Il doit connaître ses besoins

bien sûr mais il doit être aussi suffisamment compétent pour juger de la capacité du progiciel existant à résoudre ses problèmes. Il ne pourra donc se retourner vers son fournisseur en cas d'insatisfaction, sauf à invoquer la notion de vice caché. L'importance des démonstrations et des essais qui précèdent l'achat est donc évidente.

1.3 Le renseignement de la base de données

Avant la mise en service d'un nouveau WMS, il convient de le paramétrer, lui faire acquérir la configuration du magasin, la base articles, etc. Les SSII comme les éditeurs éprouvent très peu d'enthousiasme à effectuer ce travail. Les futurs exploitants se sentent désarmés devant le nouveau système et manquent le plus souvent cruellement de temps.

C'est pourtant cette seconde solution qui est de loin préférable avec l'aide éventuelle d'un tuteur du fournisseur. Elle permettra aux nouveaux utilisateurs de s'approprier ainsi beaucoup plus rapidement leur nouvel outil. Confier toutes les tâches de paramétrage au fournisseur ne serait que reculer pour mieux sauter : le système devra vivre et s'adapter aux nouveautés du catalogue, à la modification du parc d'équipements, etc. et l'on ne pourra pas toujours faire appel à l'extérieur.

2. Les moyens matériels

C'est un lieu commun de dire que l'évolution des matériels informatiques va de plus en plus vite. Les performances – puissance de calcul, taille mémoire, vitesse de traitement – font des progrès incessants alors que dans le même temps les coûts diminuent de façon aussi spectaculaire. Il peut paraître un peu provocateur de dire que cette progression constante donne la priorité au choix du logiciel, le choix du matériel devenant secondaire ; c'est pourtant bien la constatation d'aujourd'hui. On retiendra, de plus en plus souvent, le matériel qui est susceptible d'accueillir le progiciel choisi ; et non l'inverse comme c'était encore le cas il y a quelques années.

2.1 Les calculateurs

Avant toute chose, il est bon de rappeler qu'une nouvelle génération de calculateurs, quelle qu'en soit la gamme, apparaît environ tous les dix-huit mois. Cela ne veut pas dire qu'il faudra remplacer un calculateur acheté un an et demi plus tôt, mais signifie que les constructeurs proposeront alors une machine plus performante et moins chère. Comme par ailleurs il n'est pas toujours très prudent d'acheter un matériel dès sa sortie sur le marché, il faudra rester serein au moment du choix de l'ordinateur et n'accorder qu'une attention relative aux nouvelles annonces.

Trois possibilités s'offrent pour implanter un logiciel de gestion du magasin. La première solution consiste à l'installer sur un ordinateur central (on parle alors de « main frame ») qui abrite toutes les applications de la société. Les machines sont chères, les migrations plus complexes et les risques, en cas de défaillance, ne sont pas répartis. Pour ces raisons, cette solution est de moins en moins souvent retenue.

À l'inverse, les logiciels peuvent être installés sur des micro-calculateurs, PC, en réseau. Plusieurs fournisseurs proposent cette solution. Elle met en œuvre du matériel peu coûteux qui est connu de nombreux techniciens. C'est une solution de plus en plus souvent adoptée.

La solution intermédiaire représente un compromis en utilisant des mini-calculateurs. C'est dans cette gamme de matériel que l'on trouve des machines redondantes à tolérance de pannes. C'est ce choix qui est à conseiller, si l'on s'oriente vers une architecture « fault tolerant » en prenant bien soin de s'orienter vers des systèmes d'exploitation standards.

2.2 Les réseaux locaux

L'évolution des réseaux locaux ou réseaux d'entreprise est au moins aussi rapide que celle des calculateurs. Il y a encore quelque temps la tendance était d'installer un réseau grand débit de type bureautique pour les échanges entre le calculateur de gestion du magasin et les autres calculateurs de gestion de l'entreprise. Un autre réseau, plus industriel, aurait relié le calculateur magasin et les autres équipements. Les coûts ont tellement diminué ces dernières années que, désormais, un seul réseau remplit toutes les fonctions. Pour cela deux dispositifs peuvent être fort utiles (voir figure 20.1).

Les ponts filtrants, comme leur nom l'indique, ne laissent passer, d'un segment à l'autre d'un même réseau, que les seuls messages concernés. Les messages entre abonnés d'un même segment ne transitent pas sur les autres segments. Ce dispositif augmente, sensiblement et à peu de frais, le trafic admissible.

Les autres dispositifs sont ce que nous appellerons des communicateurs, chaque fournisseur leur donnant un nom particulier. Ils ont pour rôle d'interfacer le réseau local à grand débit et plusieurs (4, 8 ou 16) équipements qui ne savent communiquer qu'à faible vitesse en respectant des standards internationaux comme la norme RS 232 C à 9 600 bauds. Cette norme définit des échanges d'informations entre composants d'automatisme ou d'informatique voisins. Cette norme est ancienne, elle tend à être remplacée par la RS 432 ou la RS 485 qui permettent des liaisons plus sûres et sur des distances plus importantes.

Les réseaux se classent en deux grandes familles suivant que leur accès est aléatoire ou déterministe. Dans le cas des réseaux à accès aléatoire, dit CSMA, chaque abonné, lorsqu'il a un message à transmettre et si le réseau est libre, émet son message. Si deux abonnés émettent simultanément, il se produit ce que l'on appelle une collision. Dans ce cas les deux abonnés se retirent et feront une nouvelle tentative un peu plus tard à un moment fixé par des algorithmes plus ou moins sophistiqués qui évitent une nouvelle collision et donnent autant de chances à tous les abonnés du réseau. Cette procédure implique, lors de la conception, de ne retenir un débit utile seulement égal à 20 % du débit maximal théorique.

Les réseaux à accès déterministe procèdent différemment ; seul l'abonné qui a le « jeton » en sa possession a le droit d'émettre. Le jeton, qui a le même rôle que le témoin dans une course de relais, est distribué de façon équitable à tous les

abonnés du réseau. Cette procédure est un peu plus longue que la précédente quand il y a peu de trafic car le risque de collision est faible. Elle est par contre plus performante quand le trafic s'approche de la capacité nominale du réseau puisqu'elle évite les collisions qui deviendraient fréquentes.

Dans le choix d'un réseau il est sage de s'orienter toujours vers une offre normalisée et commune à plusieurs constructeurs. Le réseau le plus fréquemment rencontré aujourd'hui est le réseau ETHERNET. Il a été normalisé (Norme 802.3) après un grand succès commercial. Il est à accès aléatoire et a un débit théorique de dix mégabits par seconde dans sa version de base, ce qui est largement suffisant pour la grande majorité des installations.

La question du support, on dit « médium », se pose aussi. Le câble dit « fin » est réservé aux courtes distances ; le câble « coaxial », plus cher, permet des réseaux très étendus et enfin la fibre optique, d'un coût encore plus élevé, autorise non seulement les grandes distances mais aussi présente une parfaite immunité aux perturbations électromagnétiques, autrement dit aux parasites électriques.

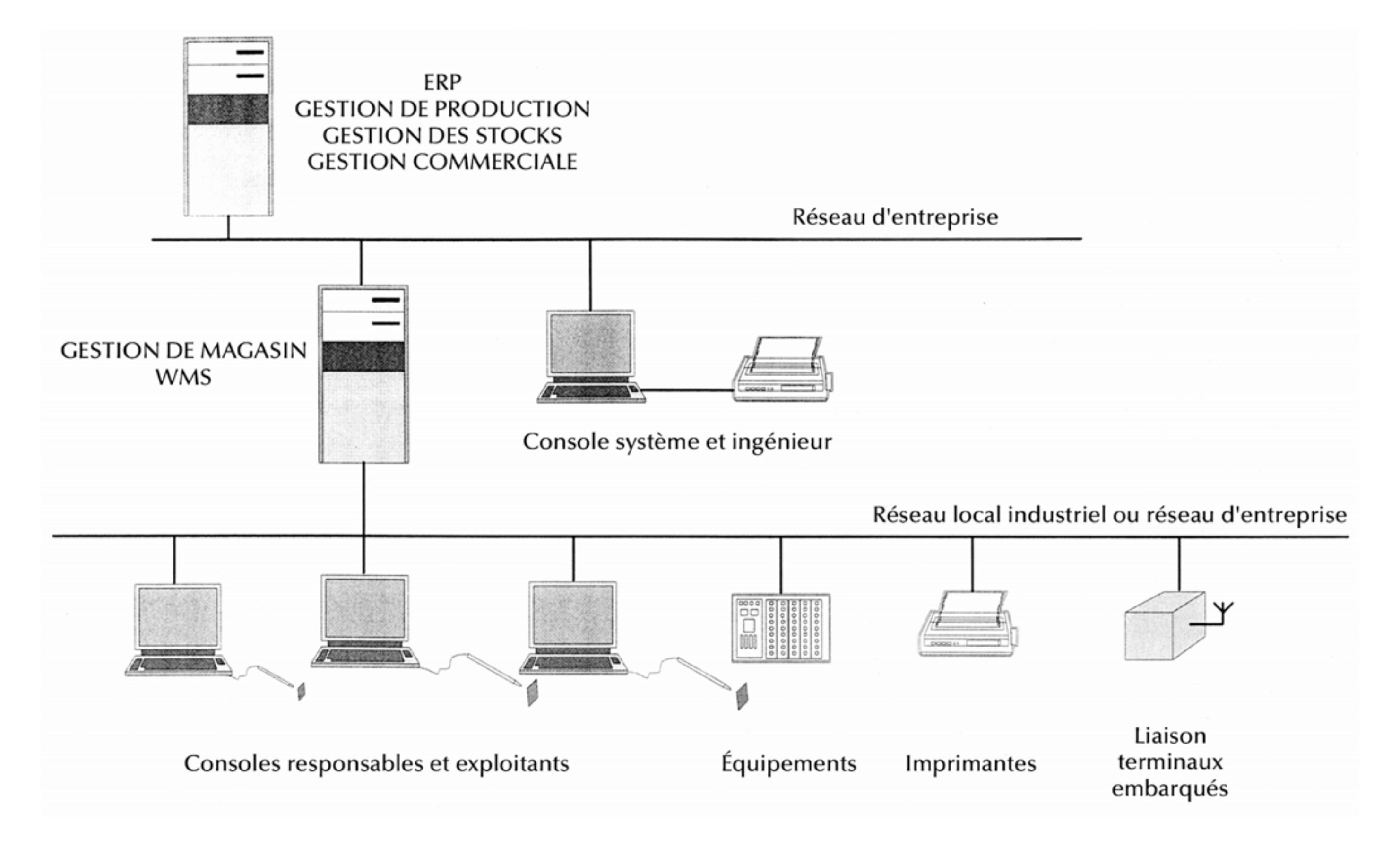


Figure 20.1 – Exemple d'architecture d'un système de gestion de magasin

21

L'IDENTIFICATION AUTOMATIQUE ET LES TERMINAUX MOBILES

1. L'IDENTIFICATION AUTOMATIQUE

L'identification industrielle est la reconnaissance d'un certain nombre d'éléments qui permettent de s'assurer qu'un objet est bien celui que l'on présume. D'une façon plus générale, on peut dire que l'identification est l'outil privilégié qui permet la saisie automatique d'informations.

Deux grandes technologies sont disponibles pour les applications industrielles et logistiques : les codes à barres et les étiquettes électroniques.

1.1 Les codes à barres

D'un usage chaque jour plus général, les codes à barres sont des graphismes composés de barres larges et de barres étroites qui peuvent être écrites et lues par des dispositifs automatiques. Certains codes utilisent également les espaces larges et étroits et même plus de deux largeurs.

Il existe de nombreuses façons de composer les codes à barres. On parle alors de symbologies différentes. Ces codes peuvent servir, suivant leur symbologie, à véhiculer des informations seulement numériques ou alphanumériques. Ils sont l'objet de normalisations générales, normes AFNOR par exemple ou sectorielles comme les normes GALIA pour l'automobile, CIP pour l'industrie pharmaceutique, EAN pour la grande distribution, etc. Il est à noter que la norme AFNOR NF 63400 propose une codification multi-sectorielle qui devrait simplifier de nombreux problèmes.

Les codes à barres peuvent être écrits correctement par tous les procédés d'imprimerie et sur site par n'importe quelle imprimante, laser ou thermique.

Les dispositifs de lecture de ces codes peuvent être classés en plusieurs catégories en fonction des distances de lecture qu'ils autorisent :

- les crayons pour une lecture au contact
- les douchettes pour des lectures à quelques centimètres
- les pistolets laser opérationnels de quelques dizaines de centimètres à plusieurs mètres

- les lecteurs laser fixes qui peuvent lire au-delà du mètre.

Tous ces dispositifs sont à raccorder à un système informatique.

S'il répond aux exigences d'une norme reconnue, un code à barres peut être écrit sur un site et exploité sur un autre.

Certains codes peuvent être imprimés sur le conditionnement de l'UV. Son coût est alors nul. D'autres peuvent être imprimés en temps réel et collés au vol sur un carton ou une palette.

L'un des points faibles des codes à barres est le peu d'informations qu'ils permettent de coder. Pour pallier cet inconvénient, une nouvelle génération de codes, dits « bi-dimensionnels », est apparue ces dernières années. Ils possèdent plusieurs lignes superposées. Ils peuvent coder une centaine de caractères. On en compte une bonne dizaine. Deux semblent être plus utilisés : le code Datamatrix et le code PDF 487.

Malgré les précautions prises notamment au niveau de la redondance des informations, la lecture de ces code reste délicate à cause justement de la petitesse des signes.

1.2 Les étiquettes électroniques

Les étiquettes électroniques sont aussi appelées RFID, acronyme de Radio Frequency IDentification. On parle aussi de « transpondeurs », d'« electronic tag », de « tag » ou de « smart labels ». Ce sont des puces qui regroupent un microprocesseur, une mémoire et un émetteur-récepteur radio, le tout fortement miniaturisé. Le volume des informations contenues dans la mémoire peut aller de quelques octets[1] à plus de 8 000. À titre d'information, 8 000 octets représentent approximativement quatre pages dactylographiées. Ces informations peuvent être écrites, effacées ou lues au vol, quand les étiquettes passent devant un poste de lecture / écriture, raccordé lui aussi au système informatique. Certaines étiquettes sont inscrites lors de leur fabrication et peuvent seulement être lues par la suite.

Les étiquettes se présentent sous des formes différentes : des petits parallélépipèdes de quelques centimètres cubes, des formats cartes de crédit, des minuscules cylindres de quelques millimètres de haut et d'un millimètre de diamètre. Les dernières générations sont à peine plus épaisses qu'une étiquette papier. Si elles ont une surface de l'ordre de 4 cm X 4 cm, c'est à cause de l'antenne, la puce, elle-même, occupe moins de deux millimètres carrés.

Les fréquences les plus répandues actuellement sont 125 kHz et 13,56 MHz.

Une nouvelle génération d'étiquettes a dépassé aujourd'hui le stade du laboratoire pour être testée en vraie grandeur. Ces étiquettes devraient révolutionner un certain nombre d'activités notamment dans la grande distribution. Deux évolutions majeures sont en effet apparues.

La première concerne « l'anti-collision ». Les étiquettes des générations précédentes exigeaient de se trouver seules en face d'un poste de lecture / écriture pour

1. Un octet est composé de 8 bits et correspond à un caractère alphanumérique.

éviter les interférences et les confusions. Plusieurs dizaines de ces nouvelles étiquettes peuvent désormais être traitées simultanément (en quelques dixièmes de seconde) par un poste.

La seconde évolution majeure concerne le prix. Le prix des étiquettes de générations précédentes allait de cinquante à cinq cents francs.

Le prix des étiquettes de nouvelle génération était de l'ordre de 25 centimes d'euros en 2005 si elles étaient commandées par grandes quantités ; fin 2007, certains fondeurs annoncent des prix inférieurs à 10 centimes d'euros.

Il est à noter que l'étiquette d'un article pourra être utilisée à tous les stades logistiques et commerciaux :

- contrôle au départ du fournisseur ;
- contrôle à l'arrivée au centre de distribution, ce qui pourrait éventuellement supprimer l'ouverture des cartons ;
- contrôle lors de la mise en stock ;
- contrôle lors du prélèvement ;
- gestion des réapprovisionnements ;
- contrôle lors du conditionnement départ ;
- contrôle lors de l'expédition ;
- contrôle des inventaires au centre de distribution ;
- contrôle à l'arrivée en boutique ;
- mise à jour du stock local ;
- aide au merchandising : suggestion au client d'articles coordonnés ;
- facturation en boutique ;
- avertissement d'un vol avec indication de l'article dérobé ;
- contrôle des inventaires en boutique.

Des applications complètes verront sans doute le jour prochainement dans le textile car le matériau n'est pas un obstacle à la propagation des ondes ; d'autant plus que l'étiquette RFID peut être incorporée dans la griffe de l'article, ce qui supprime la fourniture et la pose de l'étiquette codes à barres comme celle du résonateur antivol ainsi que le recyclage de ce dernier.

Les normes concernant la RFID ont fait l'objet de longues discussions, voire de tergiversations pendant plusieurs années. Bien qu'incomplètes, elles apparaissent enfin. Citons :

- ISO 18000 et ses déclinaisons :

– 18000-1 Vocabulaire ;

– 18000-2 Étiquettes utilisant la fréquence de 125 kHz ;

– 18000-3 Étiquettes utilisant la fréquence de 13,56 MHz ;

– 18000-4 Étiquettes utilisant la fréquence de 2,45 GHz ;

– 18000-5 Étiquettes utilisant la fréquence de 5,8 GHz ;

– 18000-6 Étiquettes utilisant la fréquence de 900 MHz ;

– 18000-7 Étiquettes utilisant la fréquence de 433 MHz ;

- ISO 10374 traitant de l'identification des conteneurs.
- ISO 11784 traitant de l'identification des animaux.
- ISO 15960, 15961 et 15962 traitant de l'identification industrielle.
- ISO 10536 et 14443 traitant des étiquettes dites de proximité.
- ISO 15693 traitant des étiquettes dites de voisinage.

Ces dernières précisent notamment les fréquences, les phases d'initialisation, les protocoles de dialogues (PML comme Physical Mark-up Language et ONS comme Object Naming Service) ainsi que des dispositions anticollision.

Une organisation, EPCglobal, issue d'une coopération entre l'EAN et l'UCC, travaille sur une normalisation mondiale du code EPC (comme Electronic Product Code) en accord avec la norme ISO 18000-6. De nombreuses sociétés de la grande distribution participent à ses travaux. Interprétons cela comme un gage d'efficacité ! Récemment, on annonçait des accords de partenariat entre GS1 France et Galia.

Il existe encore des litiges concernant les fréquences car sur certains continents, certaines longueurs d'ondes sont encore réservées aux militaires.

Un décret, publié au Journal officiel dans le second semestre 2006, a entériné la décision 2006-0841 de l'Autorité de régulation des communications électroniques et des postes (ARCEP) qui autorise l'utilisation, en France, de RFID UHF jusqu'à une puissance de 2 watts, à l'exception de 13 zones d'un rayon de 20 km, correspondant à des sites militaires.

Voir dans la sitographie plusieurs sites donnant des informations sur cette technologie d'identification.

En juin 2005, des chercheurs du consortium PolyApply qui regroupe le CEA, Philips et STMicroelectronics, annonçaient le prototype d'une étiquette intelligente fonctionnant à une fréquence de 125 kHz, implémentée sur un circuit polymère dont le coût pourrait avoisiner le 0,01 centime d'euro. Un modèle fonctionnant à la fréquence de 13,56 MHz, fréquence normalisée, pourrait voir le jour en 2007. Il s'agirait alors d'une seconde révolution. On parle aussi d'étiquettes électroniques imprimables à l'aide d'encres semi-conductrices.

Les choses évoluent si vite, que tout bon logisticien se doit d'être très assidûment en veille technologique.

Fréquences les plus couramment utilisées				
Fréquence	125 à 150 kHz	13,56 MHz	800 à 900 MHz	2,45 GHz
Type	Basse	Haute	Bande UHF	Hyper
Antenne	Bobinage/ferrite	Imprimée Gravée	Imprimée Gravée	Imprimée Gravée
Distance Europe	> 1 m	1 m	1 à 10 m	> 0,5 m
Vitesse	< 10 Kb/s	> 100 Kb/s	> 100 Kb/s	> 200 Kb/s

1.3 Codes à barres ou étiquettes électroniques ?

Le choix d'une technologie ou de l'autre est souvent posé en terme de comparaison. Il s'agit en fait de deux systèmes complémentaires car les points faibles du premier correspondent aux points forts du second. Cette complémentarité est d'ailleurs bien mise en évidence par l'offre de certains fabricants qui proposent une étiquette électronique collée sous une étiquette codée à barres.

Le tableau suivant donne les principales caractéristiques des deux technologies.

Critères	Codes à barres	Étiquettes électroniques
Volume de l'information	Jusqu'à 100 caractères	Jusqu'à 8 000 caractères et plus
Évolutivité de l'information	Non	Oui pour certains types
Écriture au vol	Oui, mais délicate et lente	Facile et rapide
Distance d'écriture	Pose étiquette au contact	Jusqu'à 1 m et plus
Distance de lecture	Comparable de 0,1 à 1 m	Comparable de 0,1 à 1 m
Contrainte de lecture	À vue directe	Peut être occultée
Résistance en milieu agressif	Médiocre	Excellente
Contrainte vis-à-vis de métaux	Indifférent	Sensible
Durabilité de l'identification	Médiocre	Excellente
Exploitation multi-site	Oui, si code normalisé	Normes en cours d'élaboration
Coût de l'étiquette	De 0 à 5 cents	De 5 cents à 50 euros
Prix des lecteurs	De 300 à 10 000 euros	Environ 600 euros
Prix des postes d'écriture	De 15 000 à 50 000 euros[1]	Compris dans le lecteur

1. Ces prix concernent des postes de génération d'étiquettes en temps réel et de pose automatique sur palettes.

Le choix d'un système ne pourra se faire qu'après l'analyse fine des besoins à satisfaire. Aucun conseil ne peut être formulé *a priori*.

2. Ce qui peut être identifié

Pratiquement tout peut être identifié, personne ou objet, il suffit seulement que cela soit utile puis de choisir un système approprié.

2.1 Les documents

Les documents papier peuvent porter des informations sous forme de codes à barres. Il peut s'agir de numéro de commande ou de bordereau, de référence d'article, de quantité, etc. L'impression se fait en utilisant la police du code choisi comme pour n'importe quel traitement de texte.

2.2 Les articles

Beaucoup d'articles sont déjà codés, notamment les produits de consommation courante que l'on rencontre dans toutes les grandes surfaces. Tous peuvent l'être. Des codes particuliers sont dédiés aux UV et aux PCB. Le codage du N° de lot tarde à venir, mais il commence à apparaître.

2.3 Les conteneurs et palettes

Il a déjà été question de palettes prisonnières équipées d'une étiquette électronique qui contient toutes les informations concernant leur charge. Une identification, étiquette électronique ou code à barres, sur des bacs ou des caissettes de manutention permet de connaître automatiquement leur contenu ou leur destination.

2.4 Les adresses de stockage

Il est facile de doter d'étiquettes d'identification les alvéoles d'un palettier ou les casiers d'un meuble de stockage. L'information codée comprendra, par exemple, le repère de l'allée, le côté de l'allée, la rangée et le niveau. L'on se rapportera avec profit à l'ouvrage de J.T. Kusters mentionné dans la bibliographie.

2.5 Les emplacements quai

Certains entrepôts ont équipé les zones de quai de petites balises barre codée. La lecture de ces indications permet de vérifier qu'une palette au départ est bien sur le bon quai.

2.6 Le personnel

Tout membre du personnel d'encadrement ou d'exploitation peut être muni d'un badge qui permet de l'identifier. Il existe des badges qui portent des codes à barres ou des pistes magnétiques, d'autres sont dits « badges mains libres » et ne sont ni plus ni moins des étiquettes électroniques.

3. Les saisies que l'on peut automatiser

L'identification automatique simplifie la plupart des fonctions du magasin et les rend plus rapides et plus fiables. Il s'agit donc de progrès en ergonomie, en productivité et en qualité.

3.1 Les entrées

Lors des opérations d'entrée, il est possible d'identifier automatiquement :

- le numéro du bordereau de livraison
- le numéro de la commande passée au fournisseur
- la référence des articles livrés
- le numéro de la palette ou du colis livré.

Il est possible d'aller beaucoup plus loin : par exemple, GALIA (le Groupement pour l'Amélioration des Liaisons dans l'Industrie Automobile) préconise que les fournisseurs joignent à leur livraison une étiquette de grand format (A5, 150 x 210 mm ou 101 x 275 mm) qui comporte les champs suivants :

- le nom du destinataire en clair
- l'adresse du destinataire en clair
- l'indication du service, du quai et de la porte où doit s'effectuer la livraison en clair et en codé
- l'adresse de l'expéditeur en clair
- la désignation du produit en clair
- le numéro du produit en clair et en codé
- la quantité en clair et en codé
- le poids brut en clair
- le fournisseur en clair et en codé
- le numéro de l'étiquette (colis) en clair et en codé
- la référence du fournisseur en clair et en codé.

D'autres champs (4) sont disponibles pour des usages particuliers à la disposition des partenaires (voir figure 21.1).

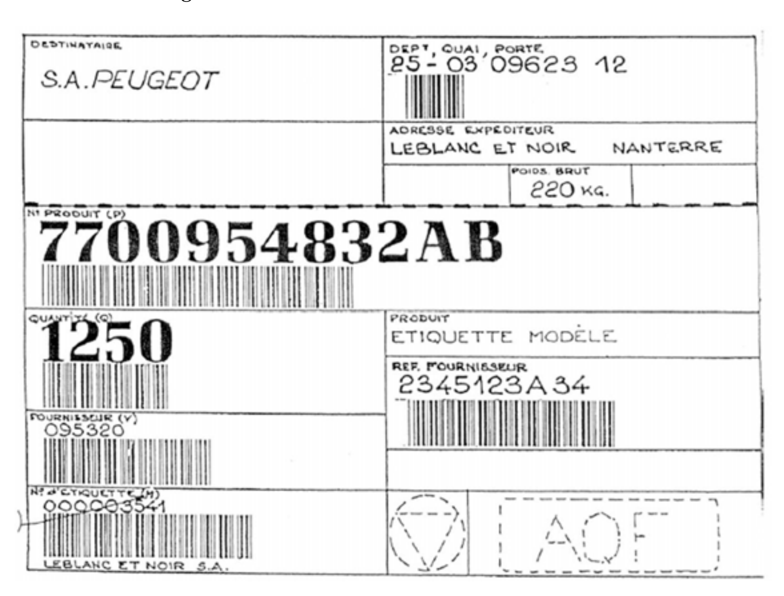


Figure 21.1

Ces étiquettes ont été étudiées pour être utilisées non seulement pour le transport, mais aussi pour l'entreposage, la manutention automatique, le suivi de production dans les ateliers, etc.

3.2 La mise en stock

L'enregistrement d'une entrée peut donner lieu à l'édition d'une étiquette que l'on apposera sur la charge à rentrer en magasin. Cette étiquette portera en codé l'adresse du gisement qui lui aura été affectée. Lorsque le magasinier procédera au casage, il lira le code de l'étiquette de la charge puis celui du gisement. Cela permettra au système informatique de comparer les deux informations et de vérifier ainsi qu'il n'y a pas eu de confusion.

Si la charge arrive déjà avec un numéro de colis codé, l'apposition de l'étiquette en entrée n'est plus nécessaire. Le WMS fera facilement la corrélation entre le numéro de colis et l'adresse qu'il aura proposée.

Dans une organisation qui laisse l'initiative au cariste de choisir lui-même l'adresse de stockage, l'identification du colis et du gisement permettra au WMS d'enregistrer l'information, sans risque d'erreurs.

3.3 Les prélèvements

De façon tout à fait comparable, la lecture du code des articles prélevés, suivie de la lecture d'un code porté sur la liste de picking, permet de vérifier que les articles sont bien ceux qui étaient attendus. La lecture du listing pourra aussi être avantageusement remplacée par une transaction *via* un terminal portable ou embarqué.

3.4 Le regroupement et les sorties

Dans cette fonction aussi, l'identification automatisera le contrôle de la référence des articles regroupés et de la complétude du colis.

3.5 Les inventaires physiques

Beaucoup de systèmes d'identification automatique n'ont été mis en place que pour cette seule fonction tant le retour d'investissement est rapide surtout quand il est couplé avec un système de terminaux radio.

Un inventaire effectué de façon traditionnelle exige les tâches suivantes :

- écriture sur le listing de la référence trouvée et de la quantité d'articles
- retour au bureau du responsable
- saisie au clavier des informations manuscrites
- édition des anomalies dans 10 % des cas
- retour devant le gisement concerné
- nouvelle écriture
- nouveau retour au bureau
- nouvelle saisie au clavier.

Il est facile d'imaginer combien il peut être fastidieux de se promener devant chaque emplacement de stockage et de noter, sans confort, sur un papier la référence des articles présents et leur quantité.

L'utilisation de l'identification réduira le travail aux tâches suivantes :

- lecture d'un code de l'article
- saisie de la quantité au clavier du terminal portable
- réponse du système en temps réel
- en cas d'erreurs sur la quantité (il n'y a plus de risque d'erreurs sur la référence) recomptage immédiat et saisie au clavier.

Le travail sera infiniment plus rapide et le risque d'erreurs devient quasiment nul.

3.6 L'automatisation du réseau transitique

La lecture de l'identification des palettes ou des colis permet de les orienter dans les bonnes directions. Cette identification est pratiquement obligatoire dans une organisation « Pick and Pack » et « Pick to Light ».

3.7 Le contrôle d'accès

L'accès de certaines zones peut être réservé à certaines catégories de personnel et dans des plages horaires bien précises. Il peut s'agir de sécurité des biens ou des personnes. Il peut être décidé que l'accès à des chambres fortes, où sont stockés des objets de grande valeur, est réservé exclusivement à du personnel assermenté. L'ouverture des portes sera asservie à la présentation d'un badge personnalisé.

Une lecture de badge associée à une ouverture de porte asservie permet d'enregistrer l'heure d'entrée d'un magasinier dans une chambre frigorifique et son heure de sortie. Le système informatique contrôle que le magasinier est bien sorti dans les délais de sécurité. Si une sortie n'était pas enregistrée dans le délai imparti, une alarme déclencherait les secours pour éviter le risque d'hypothermie.

4. Le choix d'un code

Les codes normalisés disponibles sont nombreux et en conseiller un n'est pas chose facile. Première remarque : l'adoption d'un code normalisé est indispensable si l'on veut communiquer avec les autres acteurs de la Supply Chain. Seconde remarque : il faut bien distinguer le conditionnement à identifier.

Il faut savoir que certaines symbologies, comme le 39 ou le 128 peuvent coder des informations alphanumériques alors que d'autres, comme le 2 parmi 5, ne permettent le codage que des seules informations numériques.

Des réflexions sont engagées par plusieurs professions pour adopter une normalisation commune qui rendrait les choses plus faciles. Ces travaux (Norme NF 63400) sont à suivre de près avant toute adoption d'un code pour un entrepôt. Il est à noter que la plupart des lecteurs de codes à barres de la dernière génération sont parfaitement capables de lire plusieurs familles de codes simultanément.

En ce qui concerne les étiquettes électroniques, comme indiqué plus haut, la norme EPC est en train de se mettre en place. L'EPC équivaut à l'EAN et l'UCC pour le code à barres.

Son format comporte 96 bits répartis comme suit :
- 8 bits pour le pays ;
- 28 bits pour l'« EPC Manager » ;
- 24 bits pour l'« object class » ;
- 36 bits pour le « n° de série ».

4.1 Le codage des UV

Si le magasin accueille des produits de grande consommation, l'utilisation du code EAN 13, géré en France par le Gencod, s'impose pour le codage des articles (unités de consommation). EAN est l'acronyme de Europe Article Number et 13 indique qu'il est composé de 13 caractères. Ce code comporte quatre champs qui indiquent le pays du propriétaire du code, fabricant ou seulement conditionneur (CNUF), la référence de l'article (CIP comme Code Interface Produit) et une clé de contrôle. Pour utiliser cette codification, le fabricant doit s'inscrire au Gencod qui lui donnera un numéro d'identification. Il sera ensuite maître de la codification de ses articles. Il devra enfin respecter tous les impératifs de la norme quant à la taille des étiquettes, la qualité des impressions, le contraste, etc.

Plusieurs variantes existent pour s'adapter aux spécificités de certaines activités :
- EAN 8 pour des articles de si petites dimensions que l'EAN 13 n'y trouverait pas sa place ;
- le code réservé aux livres dont l'en-tête est 978 ;
- le code réservé aux publications sérielles avec ses deux options dont l'une comporte le prix avec un en-tête de 977 ou 378 ;
- le code réservé aux fruits et légumes à poids fixe dont l'en-tête est 3 000 ;
- le code réservé aux articles vendus au poids avec plusieurs variantes.

Le GTIN (comme Global Trade Item Number) définit de façon internationale l'UV. Il peut prendre la forme EAN/UCC 8, EAN/UCC 12, EAN/UCC 13 ou EAN/UCC 14. Il est donné par l'industriel et indique la hiérarchie du colisage.

L'industrie chimique a ses propres normes. Dans la pharmacie on utilise le code CIP comme Club Inter Pharmaceutique, mais des pourparlers sont en cours entre le CIP et le Gencod pour harmoniser les normes. Celles-ci pourraient être étendues à toutes les professions de santé, « medical devices », fournitures dentaires, instruments chirurgicaux, prothèses, etc. Le code CIP actuel utilise la symbologie « 39 ».

Il est à noter que le CIP ne propose aucune solution pour le codage du N° de lot et encore moins sur son identification automatique. On a du mal à comprendre qu'une industrie pionnière en ce qui concerne la traçabilité ait pris tellement de retard. Même le format des N° de lot des laboratoires d'un même groupe est différent d'une usine à l'autre !

4.2 Le codage des PCB

Les emballages collectifs (suremballages) seront codés en ITF14, code géré également par le Gencod. Il est construit à partir de l'EAN 13 auquel on ajoute un caractère supplémentaire indiquant le conditionnement. La symbologie utilisée est un code 2 parmi 5 entrelacé.

4.3 Le codage des colis et palettes

Pour les unités d'expédition il est conseillé d'utiliser l'étiquette logistique EAN UCC 128. Le nom de 128 vient du fait que cette symbologie est apte à transcrire les 128 caractères du code ASCII[1]. L'étiquette EAN utilise cette symbologie en y apportant toutefois quelques spécificités, notamment l'utilisation de « Application Identifier » (AI), propres à la logistique.

La figure 21.2 montre une telle étiquette. Cette étiquette normalisée comporte suffisamment de champs pour permettre une traçabilité complète. On y retrouve des informations concernant l'expédition, le destinataire et le produit.

Les données concernant l'expédition peuvent être :

- le transporteur
- le N° d'expédition
- le code postal de la destination
- la position du colis dans la commande.

Les données concernant le destinataire peuvent être :

- le code du client
- le N° de commande
- le code du lieu de livraison.

Les données concernant le produit peuvent être :

- la désignation du produit et son code EAN
- la DLUO, DLC, DLV
- le SSCC (comme Serial Shipping Container Code). Cette information est obligatoire. Elle permet d'identifier un colis de façon parfaitement biunivoque. Ce code comprend lui-même plusieurs champs : le préfixe du pays, le CNUF, le N° de colis proprement dit et une clé de contrôle.

Si l'activité du magasin est proche de l'industrie automobile ou des équipementiers, il faut savoir que la symbologie retenue par GALIA est le code 39. Son nom de 39 vient d'une dérive de 3 parmi 9, car chaque caractère de ce code possède 9 éléments dont 3 sont larges.

5. L'impression des codes à barres

5.1 Étiquettes à coller

Deux technologies principales sont disponibles : l'impression thermique et le transfert thermique. La première solution est économique en consommables mais les étiquettes ne sont pas pérennes (elles se conservent difficilement plus d'un an en ambiance favorable). La seconde solution utilise deux rubans : celui du papier et

1. Le code ASCII est l'un des grands standards utilisés pour les échanges d'informations entre calculateurs ou entre sous-ensembles d'automatisme.

celui qui supporte l'encre à transférer. Elle est donc plus gourmande en consommables mais les étiquettes sont de grande qualité et leur durabilité ne pose pas de problème.

5.2 Postes automatiques de pose d'étiquettes

La pose automatique d'une étiquette est toujours délicate. Il faut imprimer l'étiquette, la décoller de son support et la coller sur l'objet, carton ou palette avant qu'elle ne se colle ailleurs. Il est souhaitable que la tête d'impression soit la plus proche possible de l'objet à identifier pour ne pas gaspiller trop de papier entre deux étiquettes consécutives. Autant de défis ! Plusieurs technologies sont proposées, rouleaux applicateurs, jets d'air comprimé, pousseurs à vérin. Le poste d'impression et de pose d'une étiquette sur deux faces d'un pied de palette peut atteindre 50 000 euros. Cette technique imprime les codes à barres « en barreaux d'échelle », c'est-à-dire parallèles à la direction de l'avance à une cadence de l'ordre de 6 à 800 colis à l'heure.

5.3 Le jet d'encre

La technique du jet d'encre évite le problème mécanique du collage. Les postes d'impression sont à peu près du même prix que les postes de pose d'étiquettes mais le budget de consommables est 3 à 4 fois moins cher (voir figure 21.2).

Il existe des systèmes à buses orientables et des systèmes à buses multiples. Certains utilisent de l'encre liquide, d'autres de l'encre solide (thermofusible) ce qui évite l'effet « buvard » sur des cartons de qualité médiocre, ce qui est souvent le cas. Cette technique imprime les codes à barres « en piquets de clôture », c'est-à-dire perpendiculaires à la direction de l'avance à une cadence de l'ordre de 1 000 colis à l'heure.

6. Les apports de l'identification automatique

6.1 Productivité

La vitesse de frappe d'une excellente dactylographe est de l'ordre de deux à trois caractères par seconde dans un environnement confortable. Un opérateur dont ce n'est pas la spécialité, dans l'ambiance d'un quai, saisit un caractère toutes les deux secondes. Les erreurs de frappe sont de l'ordre de quelques pour cent.

Un bon système d'identification réalise la lecture d'un code en quelques millisecondes et le taux d'erreurs est de l'ordre de deux à trois pour dix mille. Les saisies en identification automatique sont beaucoup plus rapides et plus sûres, ce qui permet de les multiplier et de rendre ainsi le traçage des articles plus précis.

6.2 Qualité

La qualité est difficilement séparable de la productivité. Faire bien la première fois coûte souvent beaucoup moins cher que de trouver les erreurs et les réparer ensuite. Le fait que les colis soient identifiés fréquemment et avec sûreté élimine du même coup de nombreuses erreurs en quantité comme en référence.

Expéditeur
DUPONT & Cie
LA ROCHELLE
Date de livraison : 31/12/1997

Destinataire
Sté SUPEROUEST
50, rue Nationale
59800 LILLE FRANCE
59

Consignment N° (N° d'expédition)
3011234500102 12345678
Carrier (transporteur)
Transport DUVAL

Ship to Post (livrer à)
59800
COLIS (UE) N° 2/8

(420)59800(401)3011234500102123456 78

(410)3021231234500

Ship to (livrer à)
3021231234500

Désignation produit : XXX
sscc : 331234512345678917 EAN N° : 03112351234569
Use by (D.L.C.) ddmmyy : 31.12.99

(01)03123451234569(17)991231

(00)331234512345678917

Figure 21.2

7. Les terminaux mobiles

Ces terminaux sont le prolongement naturel du WMS. Ils possèdent toujours un écran, plus ou moins grand suivant les modèles et un clavier. De plus en plus souvent, ces terminaux possèdent aussi un lecteur de codes à barres. Ils sont, presque toujours, en communication avec le WMS par liaison radio.

Il existe trois grands critères pour définir un type de matériel : la taille de l'écran, le type d'alimentation et le mode de communication.

7.1 La taille de l'écran

En ce qui concerne la taille de l'écran, une première gamme offre de une à quatre lignes d'affichage et une autre gamme qui dispose des vingt-quatre lignes d'un écran classique. La première gamme est amplement suffisante pour dialoguer avec

un cariste. Le faible encombrement permet un matériel entièrement autonome, ce qui est particulièrement appréciable pour les opérations d'inventaire. La seconde gamme est à réserver pour des applications particulières et ne peut se passer d'une fixation sur le chariot ou le transtockeur.

7.2 L'alimentation électrique

L'alimentation électrique des terminaux peut venir des batteries des chariots sur lesquels ils sont montés. Cette solution relativement coûteuse s'impose pour les terminaux à grand écran. Les terminaux plus petits possèdent, le plus souvent, leurs propres batteries rechargeables.

7.3 Le mode de communication

Quant à la liaison entre les terminaux mobiles et le calculateur du magasin, il existe trois solutions possibles. La solution la plus économique mais aussi la plus contraignante est le puits de vidage ou de déversement. Le terminal doit être enfiché dans le puits à poste fixe pour être connecté au calculateur. Cela impose des déplacements supplémentaires, même si plusieurs puits peuvent être répartis dans le magasin ; cela interdit aussi les transactions en temps réel.

Les deux autres solutions permettent des échanges d'informations quel que soit l'endroit où le terminal se trouve. Il s'agit des transmissions radio ou par rayon infrarouge. Les liaisons en infrarouge ont connu un certain engouement quand les directives à venir de l'administration des Télécommunications ne semblaient pas très claires et que les attributions de fréquence étaient longues et difficiles. La transmission par infrarouge s'effectue en ligne droite, aussi faut-il disposer de nombreux émetteurs-récepteurs répartis dans le magasin pour que les terminaux en aient toujours au moins un en vue directe.

Les transmissions par radio se généralisent depuis qu'elles posent moins de problèmes d'autorisation. Elles ont été régies par plusieurs normes successives :

- la norme 1 382 qui n'a plus cours. Elle avait une excellente portée mais un débit très limité.
- la norme SP/DRG/R.RS/9 (ex CNET123) qui impose l'attribution d'une fréquence par le Centre de Gestion des Télécommunications et le paiement annuel de la licence. Puissance jusqu'à 100 mW, vitesse de 4800 Bauds et bande étroite 450-470 MHz.
- la norme I-ETS 300-113 européenne (remplace la norme RS9). Puissance jusqu'à 1 W, vitesse de 4 800 ou 9 600 Bauds et bande étroite 450-470 MHz.
- la norme RS/5 (ex CNET 1542) qui permet des échanges à une vitesse de 38 400 Bauds et qui ne nécessite aucune autorisation ni aucun agrément pour une puissance d'antenne inférieure ou égale à 10 mW. Cette norme prévoit des puissances jusqu'à 100 mW mais, cette fois, avec autorisation. Elle travaille en bande étroite 224 MHz.
- la norme I-ETS 300-220 (SP/DGPT/ATAS/24). Puissance 10 mW, vitesse de 38 400 Bauds et bandes étroites ISM 26,957-27,283 MHz, 40,660-40,700 MHz, 433,05-434,79 MHz.

- la norme ETS 300-328 internationale. Puissance 100 mW, bande large 2,4-2,4835 GHz, vitesse de 2 MBauds.
- la norme I-ETS 300-440 (SP/DGPT/ATAS/17). Puissance 10 mW. Elle est seulement utilisée pour des communications à faible distance (10 m).

Il est à noter que l'utilisation de la bande étroite tend à laisser de plus en plus souvent la place à la bande large. Elle offre cependant une excellente couverture (peu d'antennes) mais malheureusement un débit faible (≤ 38 400 Bauds). Elle est utilisée en émulation de terminal ou en mode client serveur.

L'utilisation de la bande large nécessite davantage d'antennes mais permet des débits beaucoup plus élevés (2 MBauds). Elle est utilisée en mode réseau.

La définition du nombre d'antennes fixes d'un système de transmission radio exige de faire une étude sur place, surtout pour la technologie bande large. Il serait souhaitable que toute structure métallique soit en place lors des mesures, notamment les palettiers. Il est également conseillé de prendre des précautions si l'entrepôt doit accueillir une grande quantité de liquide, ce qui pourrait perturber la transmission radio. Des mesures locales sont indispensables. Le planning du projet devra tenir compte de cette exigence.

7.4 Les apports des terminaux mobiles

Les apports des terminaux mobiles et, tout particulièrement des terminaux radio, a déjà été évoqué implicitement lorsque les apports de l'identification automatique ont été énumérés. En effet, les terminaux mobiles sont maintenant presque toujours reliés à un lecteur de codes à barres. La synergie des deux outils est évidente. L'on voit aussi apparaître dans le catalogue d'un grand constructeur, un poste complet de réception regroupant, dans un petit ensemble roulant, l'écran, le lecteur et l'imprimante d'étiquettes de réception. Le magasinier peut ainsi traiter ses réceptions dans un minimum de temps. On parle alors de réception ambulatoire.

Les apports des systèmes radio font faire un véritable bond à la productivité et à la qualité de service de l'entrepôt qui les adopte. Ces apports peuvent se décliner ainsi :

- grand pas vers le « zéro papier »
- possibilité de gérer un ordonnancement précis des tâches de l'entrepôt (suivi en temps réel de l'activité du personnel et des équipements)
- suppression de bon nombre de trajets à vide correspondant (économies de personnel, d'énergie, d'usure des équipements…)
  - à la prise d'instructions
  - aux comptes rendus
  - au traitement des anomalies
- diminution drastique des saisies manuelles
- suppression de la majorité des erreurs de saisies
- traitement des anomalies restantes en temps réel
- diminution des contrôles.





Figure 21.3 – Terminal portable et terminal embarqué du constructeur TXCOM

7.5 Les terminaux vocaux

Depuis quelque temps, sont apparus sur le marché des systèmes dans lesquels l'écran est remplacé par un casque et le clavier par un microphone. Les instructions sont données au préparateur ou au cariste via les écouteurs et ceux-ci donnent leur compte rendu via le micro. On parle quelquefois de « Voice Picking ».

Les contrôles ne se font plus alors par la lecture d'un code à barres mais par l'énoncé à voix haute d'une clé de contrôle (nombre aléatoire).

À l'apparition de cette nouvelle technologie, l'on pouvait craindre que les opérateurs supportent mal le port du casque pendant de longues périodes. Cette appréhension s'est avérée mal fondée ; non seulement le casque est bien toléré mais on observe aussi le plus souvent des gains de productivité de l'ordre de 20 %, voire plus, du fait, sans doute, que les mains redeviennent libres. La plupart des grands éditeurs de WMS offrent des interfaces standards pour ce type d'équipement.

22

Les marches exceptionnelles

Les paragraphes précédents ont permis de voir l'aide que pouvait apporter le système informatique de gestion du magasin, en « vitesse de croisière », quand tout se passe bien. Mais il faut également savoir survivre dans des conditions un peu exceptionnelles. Deux de ces situations, auxquelles aucun magasin ne peut échapper, sont la mise en place du système, à son tout début, et les cas de pannes de l'un ou de l'autre des composants du système informatique. Pour « produire quand même », en cas de panne, il est indispensable de prévoir ce que l'on appelle « les marches dégradées ».

1. La mise en place du système

Quelle que soit la situation dans laquelle on se trouve, le démarrage du système est une phase délicate qui devra être programmée avec une grande rigueur après une analyse très détaillée des tâches à accomplir. Le progiciel devra aider cette étape importante, notamment par une grande convivialité et des aides en ligne.

1.1 Le nouveau magasin

C'est le cas le plus simple puisque la montée en cadence sera progressive et la saisie des informations à destination de la base de données s'effectuera en même temps que la rentrée en magasin des articles.

L'initialisation du système et le début de l'exploitation peuvent être conduits par le personnel définitif du magasin une fois qu'il aura été convenablement formé. Mais sans doute sera-t-il plus judicieux de faire intervenir une équipe mixte, composée par moitié de futurs exploitants et d'informaticiens appartenant à la société de service ayant développé le logiciel ou paramétré le progiciel.

Cette présence du fournisseur sera mise à profit pour :

- finir de déverminer, debugger le logiciel, si besoin en est
- parfaire la formation des utilisateurs
- rassurer les exploitants en cas de problème.

1.2 Le transfert d'un magasin existant

Par rapport au scénario précédent, surviennent plusieurs difficultés supplémentaires. Le temps imparti à l'opération sera sans doute très réduit ; le transfert de l'ancien système d'informations vers le nouveau devra se faire d'un seul coup ; alors que dans le même temps les articles pourront être situés à leur ancien emplacement, au nouveau ou en cours de déplacement de l'ancien vers le nouveau. Dans ce dernier cas, ils seront temporairement indisponibles. Le suivi et la gestion de ce statut ne doivent pas être sous-estimés, car ce n'est pas une mince affaire.

Comme il ne sera sans doute pas possible d'interrompre complètement l'activité habituelle du magasin, les tâches du transfert seront un travail supplémentaire considérable. Il sera vraisemblablement effectué avec du personnel d'appoint ne connaissant ni les articles ni le fonctionnement de l'entreprise. De préférence ce transfert sera programmé pendant une période d'activité basse, congés payés ou fermeture annuelle.

1.3 L'implantation d'un nouveau logiciel dans un magasin existant

Cette situation est moins difficile à mettre en œuvre que la précédente. Tous les articles sont bien en place, leur classification ABC est bien connue. Avec un minimum de précautions, il restera possible de basculer sur l'ancien système en cas de pépin majeur sur le nouveau. L'ancien système ne sera, bien sûr, désinstallé que lorsque le nouveau aura fait ses preuves.

2. Les marches dégradées

La conception du système informatique doit tenir compte des défaillances qui ne manqueront pas de se produire lors de l'exploitation qui devra néanmoins perdurer, même si la productivité doit en souffrir. Les parades dépendront évidemment de l'élément défectueux.

2.1 Les pannes du système supérieur

Une interruption des communications avec la gestion de production, la gestion des stocks ou la gestion commerciale peut provenir d'incidents sur les calculateurs, sur les logiciels ou sur les réseaux locaux. L'exploitation du magasin doit pouvoir continuer malgré le manque d'échanges.

La saisie des commandes sera manuelle ou par l'intermédiaire de supports magnétiques. Bien sûr, la productivité sera très diminuée mais les ordres urgents pourront quand même être honorés pendant le temps nécessaire à la remise en service des éléments défectueux. Toutes les opérations seront soigneusement enregistrées et le fichier correspondant sera remonté, au redémarrage du système, pour une remise à jour du stock, de la facturation, etc.

2.2 Les pannes du système lui-même

Les pannes de calculateur deviennent de plus en plus courtes et de moins en moins fréquentes ; cela n'autorise pas pour autant à ne prendre aucune précaution. La solution la plus sûre, mais aussi un peu plus coûteuse, consiste à implanter les logiciels sur un système redondant, dit « fault tolerant ». Ce type de système est construit à partir de deux calculateurs travaillant en parallèle. Comme il est hautement improbable que les deux unités tombent simultanément en panne, il en restera toujours une en service pendant que l'on procédera au dépannage de l'autre.

Une solution plus économique est de ne doubler que les disques. Ce sont en effet ces sous-ensembles qui sont le plus fréquemment sujets à dysfonctionnement. On parle alors de disques miroirs, de « mirroring » ou de « shadowing » suivant les constructeurs.

Une sage précaution supplémentaire consiste à effectuer des sauvegardes fréquentes sur bandes ; les seules informations perdues seront alors celles qui auront été modifiées depuis le dernier enregistrement. Une édition papier de la cartographie du magasin permettra d'avoir accès à des références que l'on ne saurait pas où trouver sans cela.

2.3 Les pannes des équipements

Deux familles de solutions permettent de pallier les défaillances des équipements ou de minimiser leurs effets : les équipements de secours et la répartition des risques.

La répartition des risques consiste, par exemple, à stocker la même référence dans deux allées différentes d'un magasin automatique. Ainsi l'indisponibilité d'un transtockeur d'une allée n'interdit pas l'accès à la référence stockée dans la seconde allée. Cette répartition doit être gérée par le logiciel de gestion du magasin lors de l'allocation des adresses à l'entrée de l'article.

Si le magasin dispose de plusieurs chariots tridirectionnels, la défaillance de l'un d'eux sera sans doute supportable quelques heures ; d'autant plus que généralement l'activité normale ne correspond pas à une utilisation à plein temps de l'ensemble du parc.

Pour des équipements fonctionnellement importants mais d'un prix modique comme des terminaux radio ou des lecteurs de codes, la solution consiste à avoir un matériel de réserve prêt à remplacer celui qui deviendrait défaillant.

Il est à noter qu'une réflexion approfondie des marches dégradées pendant la conception mène à des solutions efficaces et économiquement acceptables ; alors qu'une réflexion tardive conduit le plus souvent à des solutions chères et/ou bâtardes aussi bien pour des systèmes transitiques que des systèmes informatiques.

La méthodologie GEMMA (Guide d'Étude des Modes de Marche et d'Arrêt) mise au point par les automaticiens sera d'une grande aide dans ces réflexions.

23

LES TABLEAUX DE BORD DE L'ENTREPÔT

Il est affligeant de constater que des progiciels, dits haut de gamme, dont l'installation aura coûté plus de trois cent mille euros, ne présentent pratiquement aucun indicateur synthétique. Cela est cependant techniquement possible puisque des progiciels, coûtant dix fois moins, le peuvent.

Le concepteur sera bien avisé d'être particulièrement vigilant sur ce chapitre et de ne pas se contenter des promesses plus ou moins vagues et sans démonstration des éditeurs. S'il est possible de conduire une voiture à âne sans beaucoup d'informations, le pilotage d'un A380 ne se pratique pas à l'aveuglette !

1. LES TABLEAUX DE BORD : OUTILS DU MANAGEMENT

Pour pouvoir diriger professionnellement une activité il est absolument indispensable d'être en possession de toutes les indications la concernant. La conduite de l'entrepôt n'échappe pas à cette règle. Ce métier est aussi technique que beaucoup d'autres quoiqu'on en dise parfois. Ce chapitre va passer en revue l'ensemble des informations qui sont utilisées dans quelques magasins exemplaires. Il va bien sûr s'agir ici du seul management ; les indications concernant le pilotage ont déjà été étudiées dans le chapitre s'intéressant au flux d'information.

Ces indications correspondent à l'évaluation des performances en général (productivité, qualité, sécurité, etc.). Elles sont indispensables si l'on veut se connaître, mesurer les progrès accomplis et restant à accomplir, rendre des comptes, justifier des investissements, réaliser des benchmarking, etc.

Si l'entrepôt est considéré comme centre de profit ou s'il s'agit de l'entrepôt d'un prestataire logistique, nombre de ces indications serviront non seulement à l'estimation des coûts mais aussi à la facturation.

Ces valeurs peuvent se classer en plusieurs familles :

- suivi des indicateurs internes
- suivi de l'activité
- suivi de la productivité
- suivi de la qualité
- suivi de la sécurité.

2. Le suivi des indicateurs internes

Ces indicateurs ne sont pas, à proprement parler, spécifiques de l'activité entreposage. Ils sont néanmoins rapidement évoqués ici car, bien souvent, le magasin n'est pas suffisamment considéré comme centre de profit à part entière.

Les indicateurs internes concernent particulièrement le personnel, le parc d'équipements, les budgets, les matières consommables, les consommations diverses et le plan d'amélioration.

2.1 Le suivi du personnel

Une activité vaut principalement par les hommes qui la composent aussi faut-il suivre, en priorité, l'équipe tant sur le plan qualitatif que sur le plan quantitatif. Le tableau de bord s'intéressera d'abord au personnel permanent.

On tiendra, constamment, à jour l'organigramme du service en gardant en mémoire les organisations précédentes et en notant déjà les prévisions concernant les évolutions à venir.

Dans le même ordre d'idée, l'évolution de carrière sera tracée pour chaque membre de l'équipe avec une attention particulière pour les formations suivies et à suivre. Comme il n'y a aucune raison de ne pas gérer l'équipe du magasin avec l'ensemble des autres indicateurs communs à des spécialités mieux reconnues, le tableau de bord comprendra :

- pyramide des âges
- pyramide des anciennetés
- pourcentage de CDD et de CDI
- nombre d'intérimaires
- pourcentage du personnel féminin et masculin
- pour chacun notation des compétences dans le poste
- pour chacun indication du degré de polyvalence
- les taux salariaux
- etc.

Dans un second temps, il serait vraiment dommage de ne pas observer tout aussi sérieusement l'appel qui est fait au personnel temporaire ou intérimaire. En effet, cet appel est souvent régulier, comme, par exemple, pendant les périodes de congés annuels de la majorité des collaborateurs de la société.

Or, il est à souligner que dans beaucoup d'entrepôts, notamment dans les sites classés ou les magasins de produits pharmaceutiques, il est impossible de confier les missions classiques de magasinier à quelqu'un qui n'aurait pas suivi une formation adéquate. Aussi certaines unités font-elles appel de préférence à des magasiniers intérimaires qui sont déjà venus sur le site et qui ont donc déjà été informés et formés.

Seront ainsi notées les sociétés de service qui auront déjà donné satisfaction et sera également répertorié, pour chacune d'entre elles, le nom des personnes qui auront été appréciées. Ainsi, il sera plus facile de pérenniser un partenariat de qualité.

2.2 Le suivi des équipements

Un dossier sera constitué pour chaque équipement significatif, du transtockeur au transpalette, en passant par toute la gamme de chariots. Ce dossier contiendra tous les éléments techniques : plans, manuel d'exploitation, manuel d'entretien et manuel de maintenance. Il contiendra aussi son historique : date et conditions d'achat, date et description des modifications diverses ou adjonctions de dispositifs optionnels, interventions de maintenance, nombre d'heures de fonctionnement et visites de sécurité.

Le montant de chaque opération sera aussi indiqué afin de construire le coût d'exploitation pour chaque type d'appareil à côté de son coût d'acquisition. Ceci permettra de comparer objectivement la réelle prestation des différents constructeurs ; bien faire la différence entre le « mieux disant » et le « moins disant » au moment du prochain acte d'achat.

L'ensemble des informations concernant les dates et les coûts sera synthétisé sur un tableau général qui facilitera les décisions d'achat d'un équipement supplémentaire ou de remplacement d'un équipement ancien. Pour chaque équipement le nécessitant, notamment les chariots, les visites de contrôle seront soigneusement consignées sur le cahier correspondant.

2.3 Le suivi des agrès

Il convient de suivre le parc de palettes prisonnières si le site en dispose. Le suivi précis des palettes « Pool » sera également très précieux pour mieux négocier le renouvellement de contrat.

2.4 Le suivi des consommables

Les magasins doivent gérer des consommables. Leur nombre dépend grandement de l'organisation de la société elle-même. Le magasin est-il chargé de tâches telles que des spécialisations retardées, des conditionnements spéciaux, un étiquetage à la demande du client ? Les produits nécessitent-ils un emballage particulièrement soigné pour certains modes de transport ? Des commandes à l'export exigent-elles un emballage de type maritime ou spécial « grand froid » ?

Autant de questions dont une réponse par l'affirmative entraîne l'utilisation d'un grand nombre de composants spécifiques : caisses, cartons, sacs, matériaux de calage, rubans adhésifs, étiquettes, colle, films de houssage, détecteurs de chocs, enregistreurs de température, palettes perdues, etc.

Le suivi des niveaux de stock et des seuils de réapprovisionnement a déjà été évoqué. Mais maintenant il s'agit de bâtir des indicateurs beaucoup plus synthétiques, consolidés sur l'horizon du mois et de l'année qui permettront de surveiller tout à la fois les quantités utilisées et les conditions d'approvisionnement.

Par exemple, des volumes de calage en matériau expansé utilisés annuellement présentés à côté d'un prix de revient pourront inciter à étudier une solution alternative à base de papier recyclé froissé ou de « pop-corn » joignant ainsi au souci d'une saine économie un sage respect de l'environnement. Ces données annuelles sont indispensables pour établir les budgets et négocier au mieux les contrats de renouvellement.

2.5 Le suivi des consommations d'énergies et de fluides

Un magasin d'une certaine importance peut être un gros consommateur d'énergies et notamment d'électricité. La mise en place d'un système de comptage électrique destiné à suivre les consommations du seul entrepôt a permis, sur certains sites, de faire des économies tout à fait significatives. Un relevé précis des kilowatts/heure peut, par exemple, inciter à ne procéder à la recharge des batteries de chariots que pendant les heures correspondant au tarif de nuit.

La mise en place de circuits d'éclairage appropriés à chaque zone et à chaque période peut aussi être la source d'économies non négligeables. Par exemple, dans certains magasins de pièces de rechange, les allées qui sont peu visitées disposent de leur propre circuit ainsi elles peuvent n'être éclairées que lorsqu'un préparateur doit s'y rendre.

Quel que soit le mode de chauffage, peut-être peut-on réduire la température des bureaux comme celle du magasin pendant les heures de fermeture, week-ends et congés annuels.

Peut-être pourra-t-on envisager l'installation d'un automatisme de lissage qui écrêtera la consommation en heure de pointe ? Aucun diagnostic sérieux ne pourra être établi ni à plus forte raison aucune décision ne pourra être envisagée sans avoir des chiffres précis devant les yeux. C'est le rôle du tableau de bord que de les fournir.

L'obtention des valeurs intéressantes passera sans doute, pour un magasin existant, par la reprise du réseau de distribution et l'installation d'un certain nombre de compteurs divisionnaires.

2.6 Le suivi des déchets

Les entrepôts ont tout une gamme de déchets à gérer. Une bonne gestion exige, là aussi, un suivi précis. Le respect de la nouvelle réglementation européenne est une motivation supplémentaire.

Le suivi pourra se faire en fonction d'un certain nombre de critères. L'un des premiers sera la nature même des déchets. S'agit-il du bois de caisses non réutilisables ou de palettes perdues ou à réformer ? Est-il question de papier ou de carton ? Ou bien encore ces déchets sont-ils des articles périmés ou endommagés, du mobilier, etc. ?

Un autre critère de classement sera l'origine : la cellule de dépotage, l'équipe d'emballage départ, les services administratifs ou la cafétéria.

Un troisième critère sera le mode de destruction ou de valorisation. Certains entrepôts, particulièrement bien gérés, arrivent à couvrir une partie non négligeable de leur frais de fonctionnement par la revente bien négociée de leurs rebuts. Il est évident, *a contrario*, que la destruction de certains produits chimiques par exemple est facturée par les sociétés agréées qui doivent s'en charger. Le tableau de bord devra permettre de suivre les flux physiques et les flux financiers associés.

2.7 Le suivi du budget

Toute unité responsable doit surveiller son budget. Celui du magasin n'a pas de spécificité particulière. Aussi les principaux postes ne seront donnés qu'à titre d'aide-mémoire, sans entrer dans les détails. Devront notamment être suivis :

- les frais de personnel fixe (salaires, indemnités, primes, etc.)
- les frais de personnel intérimaire
- les frais de recrutement
- les frais de formation
- les frais de déplacement (voyages, hôtels, restaurants, invitations, etc.)
- les frais concernant le parc de véhicules (location, leasing, carburant, entretien, etc.)
- les frais de fonctionnement (loyer, location de matériel, électricité, chauffage, téléphone, consommables, assurances, gardiennage, etc.)
- les frais de traitement des déchets concernés et le montant de la valorisation des autres
- les frais d'abonnement aux revues techniques
- les frais de consulting et d'audits externes
- les taxes diverses propres au magasin.

L'anecdote suivante illustre bien l'intérêt des suivis. Un jour, un directeur logistique a décidé d'afficher la consommation mensuelle moyenne au kilomètre de chaque chauffeur attaché au centre de distribution. Cette liste n'était assortie d'aucun commentaire. Dans le budget, le poste carburant a été réduit d'un seul coup de 20 %.

2.8 Le suivi des investissements

Le suivi des investissements est suffisamment important pour justifier qu'il soit traité à part. Le tableau de bord devra permettre de connaître le budget prévu en début d'exercice et le calendrier associé ainsi que « l'effectivement réalisé » tant pour l'engagement des dépenses que le respect du planning.

2.9 Le suivi du plan d'amélioration

Un magasin peut progresser par des remises en cause significatives et des investissements conséquents : ce thème a été largement traité, mais il peut aussi, dans l'esprit d'une démarche Kaizen, s'améliorer par des actions modestes mais permanentes. Ces actions sont décidées à la suite de réflexions en interne ou sur la recommandation d'un intervenant extérieur.

Pour ne pas rester lettres mortes, ces actions, qui ne demandent généralement que du temps et peu, voire pas, d'argent, doivent être immédiatement planifiées. Le tableau de bord tiendra le répertoire de ces actions, les dates prévues de mise en action et les dates effectives de réalisation.

3. L'IMAGE DE L'INVENTAIRE

Le terme « image » est utilisé ici pour éviter toute confusion avec l'inventaire tenu en permanence par le niveau 3, la gestion de stocks.

3.1 L'inventaire par référence

Il sera possible d'interroger, à tout moment, la base de données pour connaître le stock d'un article quelconque ou de tous les articles censés être présents dans l'entrepôt à l'instant avec l'indication de leur lot (Origine), de leur adresse et de leur statut instantané :

- en cours d'entrée
- en quarantaine
- en stock bloqué
- en stock disponible
- en stock mais réservé
- en cours de préparation ou d'expédition.

3.2 L'inventaire par dates

Il doit être possible de connaître le stock d'articles en fonction des :

- dates d'entrée
- dates de DLC ou DLUO.

3.3 L'inventaire par origine

Il devra être possible d'interroger la base pour connaître l'ensemble des articles correspondant à une origine avec indication de leur référence, leur adresse de stockage, leur statut.

3.4 L'inventaire par N° de lot

Si cette donnée n'était pas facilement accessible, comment répondre rapidement à des rappels de fournisseurs ?

3.5 L'inventaire par adresse

Il sera également possible de savoir, à tout moment, quel article, en quelle quantité et de quel lot se trouve à une adresse donnée.

3.6 L'inventaire par classement ICPE

Cette donnée est nécessaire pour surveiller les seuils admis notamment par le dossier de déclaration ou d'autorisation.

4. Le suivi de l'activité

Cette famille d'indicateurs est d'une importance capitale car elle permet de bien cerner son métier de logisticien. Elle doit être décomposée de façon suffisamment fine pour suivre chaque type d'activité.

4.1 La décomposition des postes

Il est éminemment souhaitable que l'organisation du tableau de bord permette de décomposer les divers indicateurs aussi finement que l'activité le demande. Cette décomposition dépend entièrement du site considéré. Elle pourra se faire :

- par secteurs d'activité pour les sociétés qui en ont plusieurs
- par mode de vente (vente à des succursales, à des grossistes, par correspondance, au détail, au comptoir, envoi d'échantillons, etc.)
- par secteur géographique
- par famille de produits
- par type de transport, puis par transporteur
- par périodes (jour, semaine, mois, saison, an).

Cette décomposition n'est utile que si les postes présentent des différences sensibles qu'il est utile d'étudier dans le détail et d'en suivre les évolutions. La difficulté principale, lors de la conception du tableau de bord, réside dans le fait que les différences, même quand elles sont significatives, n'apparaissent pas avant la décomposition.

Aussi la solution la plus élégante consiste à utiliser une base de données informatique ou micro-informatique qui permette des tris en faisant appel à des clés multiples et variables. Après une analyse approfondie, l'on gardera la décomposition qui apparaît comme la plus adéquate. L'élégance de la solution impose que l'on n'exige pas du responsable de l'entrepôt qu'il soit informaticien.

4.2 Les indicateurs statiques

Les grandeurs correspondantes aux caractéristiques statiques de l'entrepôt et qui sont à observer en permanence dépendent elles aussi du site sur lequel on se trouve. Parmi les indicateurs les plus courants citons :

- la nature du contenu du magasin (ces indications peuvent résulter d'une "photo" en fin de mois par exemple ou mieux, des valeurs moyennes mois par mois). Voir l'image de l'inventaire plus haut
- la valeur d'inventaire des articles en magasin (ce montant servira en particulier, lors de la négociation des contrats d'assurances. Ce poste attire les mêmes commentaires que le précédent : « photo » de fin de mois ou de préférence moyenne du mois)
- le taux d'occupation du magasin (pour qu'un magasin puisse être correctement géré, rappelons-nous qu'il ne doit pas avoir un taux d'occupation par trop supérieur à 80 %. Le suivi de cet indicateur permettra de programmer des actions

comme améliorer le « juste à temps », diminuer le taux de couverture ou louer un magasin de débordement)
- le taux d'utilisation de la « prison » réservée aux articles bloqués
- le volume des produits sous douane, des matières dangereuses, des alcools, etc. s'il en existe
- Le classement des articles en statique. Cette analyse doit permettre de connaître le volume occupé par les diverses classes de rotation. Serait-il admissible de consacrer l'essentiel du magasin à des références mourantes ou déjà mortes ?

4.3 Les indicateurs dynamiques

Encore plus importants sont les indicateurs qui concernent l'activité du magasin et non plus seulement son contenu. Là encore les ratios doivent être personnalisés, mais beaucoup se retrouvent fréquemment :

- le nombre d'entrées
- le nombre de commandes traitées
- le nombre de lignes (ou positions) correspondantes
- le nombre de prélèvements détail
- le nombre de cartons standards préparés
- le nombre de palettes ou conteneurs préparés
- le nombre de mouvements internes (réapprovisionnement, réaménagement)
- le poids traité s'il s'agit d'articles pondéreux
- le nombre de dossiers spéciaux traités, à l'export par exemple
- le nombre d'opérations spéciales (étiquetage, vignettage, dévignettage, co-packing, spécialisation retardée, etc.)
- le nombre d'expéditions
- l'analyse statistique des commandes (nombre de lignes par commande, nombre d'items par ligne)
- les taux de rotation qui vont notamment permettre d'établir le classement ABC (voir le paragraphe ci-dessous).

4.4 Classement ABC des articles en dynamique

L'analyse des mouvements de préparation et de sortie est primordiale. Elle permettra de connaître les 20 % de références qui constituent les 80 % de l'activité. Ces références doivent être particulièrement « choyées » quant aux zones affectées et aux équipements dédiés.

Cette analyse sera suffisamment fine pour étudier séparément les commandes de conditionnements complets, de cartons standards et de détail, puisque les traitements physiques de ces commandes peuvent différer sensiblement et se passer dans des zones qui ne sont pas les mêmes.

L'appartenance des articles aux classes ABC varie avec le temps. Cette variation est le cumul de plusieurs phénomènes :

- le caractère aléatoire de l'arrivée des commandes et de leur taille
- les saisonnalités
- les évolutions plus lentes et plus significatives dues à la mode ou à l'obsolescence des produits.

La fréquence des analyses devra être telle que l'on puisse ignorer les premiers et que l'on puisse suivre, avec une certaine précision, les deux autres tout en les différenciant soigneusement. La fréquence judicieuse dépend directement de la nature des articles stockés. Elle ne sera pas la même s'il s'agit de produits pharmaceutiques, d'articles vestimentaires ou de jouets. Elle peut varier d'un à trois mois. La période d'échantillonnage doit pouvoir être glissante. L'analyse devra pouvoir se faire sur des périodes paramétrables et porter sur l'historique des douze mois précédents ou mieux treize.

Pour les magasins qui gèrent de nombreuses références, il est souhaitable que l'analyse ne se borne pas à seulement trois classes. La décomposition de la classe A en classes AA, AB et AC sera fort utile. L'existence d'une classe D, concernant les articles qui n'ont subi aucun mouvement en six ou douze mois peut conduire à des décisions stratégiques : déménagement, destruction, soldes, etc.

Le logiciel doit pouvoir accepter des forçages soit pour les produits nouveaux qu'il ne sera pas forcément judicieux de placer en classe C à leur naissance, soit pour des produits dont on sait pertinemment que les consommations vont changer prochainement.

4.5 L'avancement de l'inventaire tournant

Un paragraphe précédent a énuméré les différentes manières de satisfaire les exigences du Code de commerce qui fait obligation de vérifier, au minimum une fois par an, le contenu exact de son stock. Pour des magasins d'une certaine importance, c'est la solution de l'inventaire tournant qui est la plus généralement souhaitable.

Cette façon de procéder présente l'avantage de ne pas mobiliser la totalité de l'entreprise pendant plusieurs jours, mais elle permet aussi de lisser la charge. En effet, si l'on pourra, un jour de pointe, abandonner les tâches d'inventaire au profit de la préparation de commandes, la face du monde ne sera pas changée si le retard est rattrapé dans les jours qui suivent.

Flexibilité n'est pas synonyme de laxisme, aussi est-il indispensable de suivre, au jour le jour, l'avancement de l'inventaire afin de ne pas accumuler un retard tel que les avantages de cette solution disparaissent.

5. Le suivi de la productivité

Il est toujours étonnant, au fil des visites de sites, de voir dans quelle proportion la productivité peut varier d'un site à l'autre pour une activité tout à fait comparable. Des écarts de l'ordre de 300 %, voire 400 % ne sont pas exceptionnels. L'intérêt de suivre sa productivité est double.

Ce suivi permet d'abord de se comparer à d'autres acteurs de la profession dans une approche de style benchmarking. Cela permet aussi de mesurer les avancées réalisées à la suite de telle ou telle action de progrès. Les indicateurs de productivité peuvent se classer en trois familles : le « présentéisme », les ratios d'activité et le taux d'engagement des équipements.

5.1 Le « présentéisme »

Il s'agit là de l'indicateur le plus synthétique. Si les écarts observés sont très importants d'une société à l'autre, ils peuvent l'être tout autant d'un service à l'autre au sein d'une même société. Un fort taux de « présentéisme » indique que les membres de l'équipe se sentent bien dans le rôle qui leur aura été dévolu : bonne ambiance, travail intéressant, perspective d'évolution, etc. Une bonne motivation est la première clé de la productivité.

5.2 Les ratios d'activité

Ces indicateurs sont une nouvelle fois à personnaliser en fonction de l'activité du site et éventuellement de ses us et coutumes. Citons parmi les plus fréquemment rencontrés qui sont du même ordre d'idée que les indicateurs d'activité :

- le nombre de lignes traitées par heure ou par jour et par préparateur, puis par équipe
- le nombre de tonnes traitées par heure ou par jour et par préparateur (si le tonnage a un sens)
- le nombre de cartons ou de palettes dans les mêmes conditions que ci-dessus
- le nombre de palettes mouvementées par cariste, puis par équipe
- le coût déduit à la ligne, à la commande, à la tonne.

D'autres indicateurs peuvent être envisagés en fonction des circonstances. De toute façon ils doivent être calculés par spécialité et par individu. Ils doivent être établis par spécialité afin d'estimer l'efficacité d'une nouvelle mesure comme par exemple la productivité des caristes avant et après l'installation de terminaux radio embarqués sur les chariots. Ils doivent aussi être établis par individu pour gérer équitablement et judicieusement la distribution de primes et les évolutions de carrière.

5.3 Le taux d'engagement des équipements

Ces ratios sont également riches d'enseignement. Ils permettent de prévoir le besoin d'un investissement futur. Ils permettent aussi de voir, à l'intérieur d'une même catégorie de matériels, les équipements qui sont le plus souvent sollicités. Le gagnant sera très certainement le plus ergonomique, sinon le plus performant. Cette indication pourra orienter le choix d'un modèle lors d'un nouvel achat.

5.4 Autres classements

Les autres analyses que le responsable du magasin souhaitera faire, seront réalisées à l'aide du tableur intégré ou par des extractions faciles de la base de données.

6. Le suivi de la qualité

Il s'agit bien là des indicateurs les plus motivants dans une démarche vers l'excellence industrielle. Comme précédemment, certains de ces ratios sont universels et d'autres à adapter au cas par cas.

6.1 Le taux de service

Le taux de service est le rapport du nombre de commandes livrées à l'heure, complètes et sans litige sur le nombre total de commandes reçues. Le taux de service est un excellent indicateur synthétique si la séparation entre la gestion des stocks et la gestion du magasin a bien été faite. En effet, on ne peut pas tenir rigueur au magasin de ne pas livrer un article qui n'est pas en stock. Pour que cet indicateur soit pertinent, le magasin ne doit recevoir, de la gestion commerciale, que des commandes réputées « préparables ».

6.2 Le suivi des retards

Le suivi des retards d'expédition pourra se faire automatiquement.

6.3 Les écarts d'inventaire

L'écart d'inventaire est la différence qui existe entre les quantités théoriques des articles en stock et les quantités réellement en magasin. Cette différence peut avoir des origines multiples : erreurs sur les quantités ou les références reçues, erreurs sur les quantités ou les références livrées, démarque dite « inconnue », adressage erroné, détériorations diverses, péremption des produits, etc. Les écarts d'inventaires sont donc bien représentatifs de toute une série de dysfonctionnements de l'entrepôt.

Dans les entrepôts à la gestion rigoureuse, le moindre écart décelé lors de l'inventaire tournant donne lieu à une enquête immédiate qui doit déterminer l'origine de l'erreur afin de l'éliminer dès que possible. Cette démarche est suffisamment contraignante pour être dissuasive. Elle permet d'obtenir des écarts inférieurs à quelques pour dix mille. Ce chiffre est à comparer à des écarts dépassant 10 % observés sur des sites moins exemplaires.

Un grand groupe industriel très connu estime normal de trouver des écarts d'inventaire de l'ordre de 0,5 % pour les références de la classe A, de 2 % pour la classe B et de 4 % pour la classe C. Un grand groupe de la distribution exige de ses prestataires un écart inférieur à 0,2 %.

6.4 Le nombre de litiges justifiés

Les litiges peuvent être du fait du magasin mais ils peuvent aussi avoir pour origine la production, le transporteur ou le client (erreur de bonne foi comme aussi, parfois, indélicatesse). Il conviendra donc de bien comptabiliser les litiges en tenant compte de leur origine. Rien n'est plus démotivant que d'être accusé de fautes que l'on n'a pas commises.

Le suivi des erreurs fera l'objet d'une saisie manuelle à la suite des réclamations clients. Il peut s'agir de confusion sur les références, d'inexactitude sur les quantités

(Il y a peu de réclamations sur les quantités fausses par excès !) ou d'erreurs de destination. La saisie devra être aisée pour qu'il n'y ait pas d'oubli. En effet, les bons magasins arrivent à des indices de qualité de l'ordre de trois erreurs pour dix mille lignes. Lorsque ce degré est atteint, la moindre omission fausse les résultats.

Parmi les unités qui suivent les litiges, certaines établissent des ratios à la commande ou à l'UV. Le suivi à la ligne semble de loin le plus pertinent.

6.5 Le suivi des procédures

Dans le cadre ou non d'une certification ISO 9 000, des procédures doivent être établies pour définir précisément la conduite à tenir lors de l'exécution de toutes les tâches de l'entrepôt. Les entrepôts modèles éditent leurs propres « bonnes pratiques de distribution ». Le suivi concernera la distribution de ces documents à tout le personnel concerné et la gestion des modifications.

6.6 Le suivi des audits

Les sites qui souhaitent être toujours proches de l'excellence se font auditer environ deux fois par an. Dans le cas des grands groupes, l'un des auditeurs est interne et le second vient de l'extérieur. Cela leur permet d'être toujours au courant de l'état de l'art, de bénéficier des transferts possibles de technologie et de débusquer des axes de progrès que seul un œil extérieur peut déceler. Le suivi consistera à s'assurer que les audits ont bien lieu aux dates prévues et que les recommandations acceptées ont bien été prises en compte ou sont en cours d'application.

6.7 Le suivi des livraisons

Si le responsable de l'entrepôt est également responsable du transport, les indicateurs correspondants pourront être suivis. À titre d'illustration voici les indicateurs mis en place et suivis dans un centre de distribution exemplaire pour suivre la qualité des livraisons :

- livraison en retard
- instructions de livraison non respectées
- livraison incomplète
- ligne de commande erreur en plus sur les quantités
- ligne de commande erreur en moins sur les quantités
- erreur sur les références
- colis endommagé
- produits endommagés
- retour non repris à temps
- livreur discourtois
- livreur non coopératif
- livreur manquant de professionnalisme
- autre motif de mécontentement.

À titre d'information ce centre de distribution enregistre un taux d'erreurs sur lignes de préparation de l'ordre de 0,04 %. Qui dit mieux ?

6.8 Les indicateurs spécifiques

Certains entrepôts sont soumis à des contraintes spécifiques. Les centres de distribution pharmaceutiques, par exemple, doivent procéder à des opérations de dératisation et de désinsectisation. Les médicaments ne doivent pas séjourner à des températures supérieures à 25° C. Les prestations périodiques des entreprises de « sanitation » seront enregistrées comme les courbes de température.

Les entrepôts de produits alimentaires surgelés sont soumis à des contraintes analogues, les suivis seront donc comparables.

7. Le suivi de la sécurité

7.1 Le suivi des mesures préventives

Il est obligatoire de suivre un certain nombre de mesures comme :

- l'établissement d'un plan de secours (éventuellement plan d'opération interne)
- la distribution d'un manuel de sécurité au personnel concerné, caristes, agents de maintenance, etc.
- la distribution, après contrôle, d'une attestation d'aptitude à conduire un engin
- les visites de contrôle semestrielles des engins à conducteurs portés
- les visites de contrôle des systèmes d'extinction d'incendie
- les audits semestriels de sécurité (voir questionnaire guide d'audit sécurité)
- le suivi de la prise en compte des recommandations des audits
- le suivi des exercices d'alerte.

7.2 Le suivi des accidents

Ce suivi concernera le nombre d'accidents du travail et les heures perdues à la suite d'un accident du travail.

Souhaitons que cette rubrique reste vide longtemps.

8. Le journal de bord

L'ensemble de ces indicateurs sera consigné dans un journal de bord que le responsable du magasin pourra consulter lorsqu'il le jugera utile. Il est rarement souhaitable d'éditer fréquemment ce journal, une simple consultation sur écran est presque toujours suffisante. Il devra être possible toutefois d'effectuer une édition sur demande. Ces journaux de bord devront être historisés sur une période d'un an, de préférence dans la formule du « douze mois glissants », avec purge du treizième mois après édition papier.

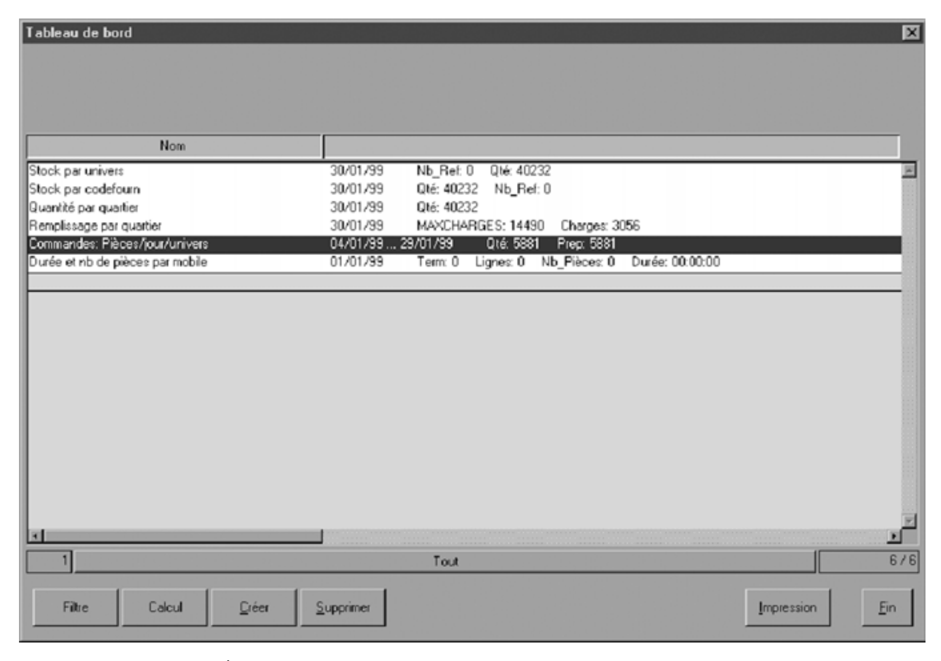


Figure 23.1 – Écan de tableau de bord du progiciel Alice de la société Influx

9. La génération de rapports

Une synthèse des informations figurant dans les journaux de bord pourra être effectuée à l'intention de la hiérarchie : direction générale, logistique ou industrielle. Ces documents permettront de suivre l'activité globale du magasin, de suivre sa productivité et de réfléchir à la pertinence d'une réorganisation ou d'un nouvel investissement.

Partie 6

La sécurité

24

LA SÉCURITÉ DE L'ENTREPÔT

Les chapitres précédents ont cité quelques données concernant la sécurité, seulement quand elles influençaient la conception directe des équipements, palettiers ou allées, ou de l'implantation intérieure du magasin. Ce chapitre traite de la sécurité d'une façon beaucoup plus générale.

Il n'a pas pour vocation de transformer le lecteur, concepteur ou exploitant, en un spécialiste de la sécurité des entrepôts, mais seulement d'attirer son attention sur des points auxquels il n'aurait peut-être pas pensé. Si les risques évoqués dans les pages qui suivent existent, il y aura lieu d'étudier la dernière version des documents réglementaires complets et, le cas échéant, de se rapprocher d'un expert dans le domaine.

La recherche de la sécurité dans l'entrepôt sécurité est une démarche complexe qui se décline suivant plusieurs logiques :

- la nature des risques encourus ;
- le volume des matières stockées susceptibles de générer des risques ;
- la qualité de ceux qui les encourent, les personnes bien sûr, celles de l'établissement comme celles du voisinage, les installations, les équipements, les bâtiments et les marchandises ;
- la démarche d'élimination des risques quand cela est possible et de minimalisation des effets de ceux-ci lorsqu'il est impossible de les éviter ;
- les actions à mener lors la conception et celles qui doivent être conduites pendant l'exploitation ;
- les dispositions à prendre avant l'apparition du sinistre et celles à prendre lorsque celui-ci est malheureusement survenu.

Remarque importante : Étant donné la complexité du sujet et l'extrême mouvance des textes réglementaires, l'éditeur et l'auteur ne sauraient être tenus pour responsables d'une éventuelle inobservation de règlement par le concepteur, le réalisateur ou l'exploitant.

1. La complexité du problème

Assurer la sécurité des plates-formes logistiques est un problème qui devient de plus en plus complexe car le projet se heurte à plusieurs difficultés d'ordres très différents :

- la multiplicité des acteurs concernés, chacun d'entre eux ayant des missions ou des motivations bien spécifiques ;
- l'abondance des textes réglementaires, leur ambiguïté qui parfois peut prêter à interprétation, voire leur incohérence ;
- le problème général de notre société actuelle qui fantasme sur le « risque zéro ».

Ces trois raisons conduisent à une inflation de précautions quelquefois à la limite de l'injustifié.

Ainsi voit-on, par exemple, des fabricants surclasser la dangerosité de leurs produits. L'étiquette de danger qu'ils apposent sur leurs emballages ne correspond pas à ce que la fiche de sécurité du produit implique ; elle signale une dangerosité supérieure à la dangerosité normalisée. Connaissant ce phénomène, le concepteur ne peut plus se fier à l'étiquetage des articles, il doit faire vérifier la classe de danger réglementaire de chaque référence suspecte à l'aide de la Fiche de Données de Sécurité (FDS).

Si la sécurité n'a pas de prix elle a cependant un coût qui peut, pour certaines plates-formes, se situer, en 2006, entre le quart et le tiers de l'investissement global, terrain compris. Ce chapitre, après un état des lieux, tente d'aborder le sujet à la façon d'une ingénierie à la recherche objective de la bonne solution.

2. Les différents acteurs de la démarche

Depuis la conception jusqu'à l'exploitation, tous les acteurs doivent jouer leur rôle pour atteindre l'objectif recherché et ils sont nombreux, du maître d'ouvrage au cariste.

2.1 Le maître d'ouvrage

Le propriétaire de l'entrepôt est bien sûr le premier concerné car il sera tenu pour responsable, au moins en partie, de l'éventuel sinistre. Il l'est aussi parce qu'il est le bailleur de fonds qui devra financer toutes les dispositions propres à éviter les risques ou limiter les dégâts.

Il devra aussi faire preuve de toute la vigilance et de toute l'autorité nécessaires pour que l'ensemble des procédures soit respecté.

Son objectif est d'obtenir un site sûr pour son personnel, son investissement et les biens qui y sont entreposés, dans le respect de la réglementation.

2.2 L'architecte et le concepteur

Le concepteur, qu'il s'agisse d'un bureau interne, d'un consultant ou d'un cabinet d'ingénierie extérieur, est aussi directement impliqué. En effet, de nombreuses dispositions de sécurité vont influer sur les implantations et l'arrangement intérieur des équipements. D'autres dispositions vont guider la définition du bâtiment et de ses accès, comme le choix des matériaux. Tous ces éléments auront une grande importance lors du dépôt du permis de construire, voire sur le choix d'un site. L'objectif de ces deux acteurs réside dans le respect de la réglementation.

2.3 L'expert « sécurité »

Si le maître d'ouvrage et/ou l'équipe de conception ne possèdent pas en leur sein ce type de compétence, il est chaudement recommandé de faire appel à un expert extérieur. Il dominera le sujet car il est censé connaître parfaitement les toutes dernières dispositions législatives et sait les parades à mettre en œuvre devant chaque type de risque. C'est lui qui, notamment, dirigera l'étude d'impact si celle-ci s'avère nécessaire.

Une fois la construction terminée, cet expert pourra réintervenir pour contrôler que toutes les préconisations ont bien été suivies et que les règles de l'art de construction et d'installation ont bien été respectées. Le rôle de cet intervenant est d'apporter sa parfaite connaissance de tous les textes réglementaires, dans leur dernière version, ce qui n'est pas une mince affaire !

2.4 Le « Tiers expert »

Le décret N° 77-1133 du 21 septembre 1997 relatif aux ICPE donne la faculté au préfet de demander une analyse critique de la demande d'autorisation d'exploiter. Si cette expertise va dans le sens d'une meilleure sécurité et du « risque zéro », force est de reconnaître que les budgets s'alourdissent, cette expertise se faisant aux frais du demandeur, et que les délais s'allongent de quelques mois (2 à 8), cette démarche s'inscrivant dans le chemin critique du planning. Le rôle de la « tiers expertise » est principalement de mettre à l'abri l'administration de tout recours ultérieur en cas d'accident ou d'incident car le dossier de demande d'autorisation est déjà tellement contraint qu'il a vraiment peu de chance d'y trouver une quelconque faille.

2.5 Les DRIRE

DRIRE est l'acronyme de Direction Régionale de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement. La DRIRE de la région concernée a pour mission, dans le cas présent, de vérifier, pour le compte de l'État, c'est-à-dire du préfet, que la réglementation est respectée. Elle s'assurera aussi que toutes les précautions sont prises, dès la conception de l'entrepôt, pour qu'en cas de sinistre, la qualité de l'environnement ne soit pas mise en péril. Sur les questions techniques touchant à l'incendie, les DRIRE suivent généralement les recommandations des spécialistes du corps des

sapeurs-pompiers. La vocation des DRIRE n'est pas de s'intéresser à la sécurité du centre proprement dit mais de s'assurer que le voisinage, l'environnement ne sera jamais mis en danger qu'il s'agisse de la propagation d'un incendie, des nuisances sonores ou de la pollution de l'air et de l'eau. L'on peut regretter quelquefois que toutes les DRIRE ne fassent pas la même lecture des textes officiels, ce qui n'est pas fait pour simplifier les choses.

2.6 Les sapeurs-pompiers

Ils sont hommes de terrain, dont la compétence et le dévouement font l'unanimité, il est indispensable de recueillir leurs avis et leurs conseils dès que l'étude de dimensionnement d'un nouvel entrepôt est terminée ou lors d'une modification significative d'une installation existante. Ils interviennent à chaque sinistre et savent donc vraiment de quoi ils parlent. Malgré cela, ou à cause de cela, leurs recommandations restent le plus souvent pragmatiques et ne conduisent pas systématiquement à une inflation de moyens de protection. Il est à noter que certains départements, notamment en Île-de-France font exception à cette règle.

L'objectif des pompiers c'est de prévenir les dommages aux personnes et aux biens et quand la prévention n'a pas été suffisante, de sauver tout ce qui peut l'être.

2.7 La CNAM et les CRAM

La caisse nationale et les caisses régionales sont comptables des dépenses engendrées par les accidents de toutes sortes. Elles sont particulièrement bien placées pour observer fréquences et gravités de ceux-ci. Elles sont à l'origine de textes issus de leurs statistiques. Leur intérêt se porte exclusivement sur la sécurité des personnes se trouvant dans l'entreprise.

2.8 L'INRS

L'institut National de Recherche sur la Sécurité est, comme son nom l'indique, un organisme d'État chargé d'étudier les précautions à prendre pour éviter les accidents. Comme il sera dit plus loin, les brochures, fruits de leurs études et de leur collaboration avec des professionnels, sont souvent d'une très grande qualité. Le rôle de l'INRS est de concevoir des démarches de conception, de modes opératoires ou des équipements assurant un maximum de sécurité.

2.9 L'APSAD

L'Assemblée Plénière des Sociétés d'Assurances Dommages réunit un certain nombre d'experts qui rédigent notamment des règles d'installation ou de construction d'équipements de protection. Ainsi, il existe des règles concernant l'extinction automatique à eau type sprinkleur (R1), l'extinction automatique au gaz inerte 1301 (R2), l'extinction automatique au CO_2 (R3), les extincteurs mobiles (R4), etc.

Ces règles de construction ou d'installation sont extrêmement détaillées et sont d'une grande utilité pour définir le type de système de protection à mettre en place.

Ces règles sont en constante évolution (plusieurs modifications ou adjonctions par an) ce qui ne facilite pas la tâche des concepteurs.

L'APSAD expertise des équipements de protection et audite les installateurs susceptibles de les mettre en œuvre, à la suite de quoi elle peut les certifier, ce qui présente une certaine garantie. La vocation principale de l'APSAD est de définir précisément des moyens pour que les diverses compagnies d'assurances aient à couvrir des risques minimaux.

2.10 Le FMS

Mondialisation oblige, l'on rencontre de plus en plus souvent l'organisme Factory Mutual System qui joue aux États-Unis le même rôle que l'APSAD. Les grands incendies de villes américaines, il y a plus d'un siècle, ont fortement marqué la culture américaine en ce domaine. Les travaux de cette institution servent de référence à la plupart des multinationales.

2.11 La compagnie d'assurances concernée

La compagnie qui assure le site fait également partie des acteurs du projet. Les experts, désignés par elle, doivent approuver les dispositions prises. Trois scénarios sont en effet possibles :

- le projet soit jugé inacceptable, auquel cas la compagnie refuse d'assurer les risques ;
- un projet dont toutes les dispositions sont estimées convenables et la compagnie propose alors normalement un contrat ;
- une solution intermédiaire où les précautions prises sont acceptables mais non entièrement satisfaisantes. Cette situation donne alors lieu à des surprimes.

Comme ces dernières années ont vu un nombre très important de sinistres gravissimes à l'origine mal élucidée, les compagnies d'assurances sont devenues extrêmement exigeantes, beaucoup plus encore que les DRIRE et les sapeurs-pompiers, quant aux précautions à prendre et aux dispositifs à installer. Il serait, économiquement parlant, imprudent de ne pas prendre l'avis de son assureur avant de boucler le budget de la construction d'un nouvel entrepôt. À titre d'exemple, la seule protection incendie par sprinkleurs peut représenter plus de 20 % du budget total de l'opération.

L'objectif clairement annoncé des compagnies est la recherche du « risque zéro ».

2.12 Le maître d'œuvre

Le maître d'œuvre est le chef d'orchestre de toute l'opération, de la phase d'étude jusqu'à la réalisation. C'est lui qui organisera et coordonnera les interventions des acteurs précédents et qui veillera à la bonne exécution des recommandations de tous les experts qui auront été sollicités. Il est de la responsabilité du maître d'œuvre que la réglementation soit respectée.

2.13 L'exploitant

Quelle que puisse être la qualité de la conception et de la réalisation, la sécurité prévue ne sera pas garantie si le personnel d'exploitation ne maintient pas convenablement les équipements et s'il ne respecte pas les consignes. Combien, par exemple, de sites existe-t-il encore dans lesquels on peut voir des amoncellements de palettes endommagées qui obstruent les issues de secours ou des cales bloquant le fonctionnement des portes coupe-feu ! Comme pour le maître d'ouvrage, son objectif est de conserver un site sûr pour son personnel, son investissement et les biens qui y sont entreposés, dans le respect de la réglementation.

3. Les principaux textes législatifs et réglementaires

Les textes existants sont nombreux et en perpétuelle évolution. Il conviendra de s'assurer, lors du lancement d'un nouveau projet, de la « fraîcheur » des documents à partir desquels on compte travailler.

Des textes concernent tout à la fois la production, la mise en œuvre et le stockage de certains produits, d'autres textes s'intéressent exclusivement aux lieux de stockage.

Il est à noter également que certains textes peuvent être interprétés différemment, par les autorités concernées, en fonction du contexte local ou régional. Par exemple la présence simultanée de plusieurs installations présentant des risques dans un périmètre réduit inclinera à redoubler de prudence, comme le voisinage d'établissement recevant du public (ERP). À l'inverse, la proximité immédiate d'une caserne de sapeurs-pompiers incitera, peut-être, à alléger certains dispositifs.

D'autres données, spécifiquement locales, pouvant avoir une certaine influence sur l'interprétation donnée aux textes régissant la conception, concernent les caractéristiques sismiques de la région ou celles de sa nappe phréatique.

Une association professionnelle, l'AFILOG[1], tient à la disposition de ses membres une base de données tenue constamment à jour et regroupant tous les textes réglementaires touchant aux plates-formes logistiques. Les commentaires proposés rendent plus intelligibles des documents qui ne le sont pas toujours et limitent le champ des interprétations possibles.

3.1 La loi du 19 juillet 1976

Cette loi et son décret du 21 septembre 1977 s'appliquent aux « Installations Classées pour la Protection de l'Environnement » (ICPE). Le classement de ces installations est donné par les décrets mentionnés ci-dessous.

Le texte prévoit qu'au-delà d'un certain seuil de dangerosité, une installation classée est soumise au régime de la déclaration auprès des autorités préfectorales. Il prévoit également qu'au-delà d'un autre seuil, supérieur au premier, une installation ne peut

1. Voir le site www.afilog.eu.

être mise en place qu'à la suite d'une autorisation préfectorale, éventuellement donnée après l'ouverture d'une enquête publique. Certaines installations peuvent aussi faire l'objet d'une servitude d'utilité publique.

Le fait qu'une installation soit « déclarée » permet aux autorités de s'assurer que les moyens d'intervention existent bien et de mettre à disposition du maître d'ouvrage la liste des mesures qui sont à respecter.

Le régime de l'autorisation implique la vérification, par les mêmes autorités, que les risques encourus ne sont pas trop importants compte tenu de l'environnement et des moyens de protection et de lutte envisagés. Cette autorisation induit également une enquête publique dans un rayon variable allant de 500 mètres à 5 kilomètres en fonction de la masse et/ou de la dangerosité des produits stockés. Cette enquête est conduite par un « enquêteur ». La désignation de ce dernier et l'enquête proprement dite prennent plusieurs mois ; ne pas l'oublier lors de l'établissement des plannings !

L'autorisation doit être demandée, conjointement au permis de construire, avant même de démarrer la construction. La simultanéité des deux démarches est imposée par :

- l'article L. 512-15 alinéa 1 du Code de l'environnement ;
- l'article R. 421-3-2 du Code de l'urbanisme.

Une fois l'installation réalisée, et avant l'autorisation définitive d'exploiter, une autre vérification aura lieu portant sur le respect des normes (systèmes d'extinction, systèmes d'alarme, murs coupe-feu, cuves de rétention des produits et des eaux d'extinction, etc.). Ce régime prévoit également l'établissement d'un plan d'alerte en collaboration avec les services de la préfecture, les sapeurs-pompiers et autres services de sécurité publique.

Les entrepôts et magasins de stockage peuvent rentrer dans le cadre des installations classées en fonction de deux critères : leur volume et la nature des substances lorsque les poids ou les volumes stockés correspondants dépassent un certain seuil.

3.2 Les décrets du 7 juillet 1992, du 29 décembre 1993 et du 9 juin 1994

Publiés respectivement au *JO* des 17 juillet 1992, 31 décembre 1993 et 12 juin 1994, ces trois décrets définissent ce que l'on appelle la « nouvelle nomenclature ». Réactualisant des textes beaucoup plus anciens, ils prennent en compte la directive de la réglementation communautaire et particulièrement de la directive dite « Seveso » numéro 82/501/CEE du 24 juin 1982. D'autres décrets existent, notamment pour tout ce qui touche à la fabrication ou au stockage dans l'industrie de la papeterie et du textile, pour les substances radioactives et pour les déchets.

La nomenclature définit, à la fois, des substances et préparations (série 1000) et des activités (série 2000) susceptibles de créer, en cas de sinistre, des risques importants de nuisance. Elle précise, en outre, pour chacune des rubriques, couples substance/activité, si celle-ci est soumise à la procédure de déclaration, d'autorisation ou de servitude d'utilité publique et ce, à partir de quel tonnage ou de quelle capacité maximale journalière. Elle indique aussi le rayon d'affichage qu'il y a lieu de

respecter lors de l'ouverture de l'enquête publique précédant l'attribution du permis de construire et l'autorisation d'exploiter.

La nomenclature est organisée, au moins en partie, en fonction de la nature du danger présenté par lesdites substances ou activités. Elle permet donc de les corréler immédiatement avec :

- les « phrases de risques R » (description légale du risque présenté) ;
- les « conseils de prudence S » à mentionner sur les étiquettes des conditionnements ;
- les recommandations de sécurité à donner aux transporteurs ;
- les symboles et les pictogrammes associés.

Plusieurs rubriques concernent les unités de stockage. (Ces rubriques sont en constante évolution. Pour être à jour, visiter le site www.aida.ineris.fr). La rubrique 1510 est particulièrement intéressante dans le cadre de cet ouvrage puisqu'elle s'applique aux :

« **Entrepôts couverts** (Stockage de matières, produits ou substances combustibles en quantité supérieure à 500 tonnes dans des) à l'exclusion des dépôts utilisés au stockage de catégories de matières, produits ou substances relevant par ailleurs de la présente nomenclature, des bâtiments destinés exclusivement au remisage de véhicules à moteur et de leur remorque et des établissements recevant du public. »

Si l'entrepôt a un volume supérieur ou égal à 50 000 mètres cubes, il est soumis à une demande d'autorisation et que le rayon d'affichage lors de l'enquête publique est d'un kilomètre. Alors que, si le volume est supérieur ou égal à 5 000 mètres cubes, mais inférieur à 50 000 mètres cubes, il est seulement soumis à une déclaration.

Une seule cellule de 3 000 mètres carrés d'une hauteur de 10 mètres fait déjà 30 000 mètres cubes ! Et que 20 000 palettes, sans aucune marchandise, représentent déjà les 500 tonnes, c'est dire que ces seuils sont très vite atteints.

La rubrique 1432 s'intéresse au stockage des substances inflammables (en réservoirs manufacturés) Les seuils pour les capacités suivantes sont :

- plus de 100 mètres cubes de liquides inflammables : autorisation, rayon d'affichage de 2 km et servitude ;
- plus de 10 mètres cubes de liquides inflammables mais inférieur ou égal à 100 mètres cubes : déclaration.

La rubrique 2662 de la nomenclature remplace la rubrique 1510 lorsqu'il s'agit du stockage de matières plastiques. Les seuils limites passent à 1 000 mètres cubes pour l'autorisation et 100 mètres cubes pour la déclaration lorsqu'il s'agit d'une catégorie de plastiques (les polyoléfines, polystyrènes, polyesters, polycarbonates, etc.) avec un rayon d'affichage, lors de l'enquête publique, de 2 kilomètres. Ces valeurs deviennent respectivement 200 mètres cubes et 20 mètres cubes pour les autres catégories (polymères, caoutchoucs et élastomères halogénés ou azotés), alors que le rayon d'affichage reste à 2 kilomètres.

La rubrique 2663 intéresse le stockage des pneumatiques et tous produits finis dont la moitié au moins de la masse est constituée de polymères.

La rubrique 1530 est relative aux dépôts de bois, papier et carton.

Les rubriques 1111 et 1131 concernent respectivement le stockage de produits très toxiques et toxiques, la rubrique 1116 s'intéresse au stockage du dichlorure de carbonyle ou du phosgène, etc.

Une autre rubrique, la 2925, concerne les salles de charge d'accumulateurs électriques, comme on en trouve dans la plupart des entrepôts, pour autant que la puissance en courant continu atteigne ou dépasse les 50 kilowatts. Au-delà de ce seuil, l'installation est soumise au régime de la déclaration. Ce nouveau seuil a été défini en 2006 ; le seuil précédent était de 10 kW, c'est-à-dire moins que la puissance nécessaire à la charge de la batterie d'un chariot combiné.

La rubrique 2910 concerne les chaufferies. Aux entrepôts frigorifiques peuvent correspondre les rubriques 1136 (Ammoniac) et/ou 2920 (Réfrigération, compression). Si le site appartient à une entreprise de transport d'autres rubriques peuvent se surajouter : 1432 (Stockage de carburant) 1 434 (Distribution de carburant) et peut-être aussi 2 930 (Atelier d'entretien et de réparation de moteurs).

3.3 L'arrêté ministériel du 1er mars 1993

Publié au JO du 28 mars 1993, le décret, numéro 93-742, relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau, s'applique notamment aux rejets de toute nature pouvant polluer l'environnement de façon chronique ou simplement accidentelle. Ces rejets, pour un entrepôt, peuvent provenir de fuites à la suite de la dégradation d'un contenant de produit polluant, d'un renversement d'acide de batteries électriques de chariots ou tout simplement de l'eau d'extinction d'un incendie.

3.4 Les arrêtés du 21 février 1990, du 25 novembre 1993 et du 5 mai 1995

Respectivement publiés au Journal officiel des 24 mars 1990, du 7 janvier 1994 et du 11 mai 1995, ces arrêtés concernent la classification, l'étiquetage et l'emballage des préparations dangereuses. Ces textes concernent moins directement l'entrepôt lui-même, mais il est indispensable que les magasiniers connaissent les informations qui doivent figurer sur les produits qu'ils manipulent et qu'ils remettent à des clients ou à des transporteurs.

3.5 L'arrêté du 29 mai 2000

Publié au JO du 23 juin 2000, cet arrêté définit les prescriptions générales applicables aux salles de charge batteries d'accumulateurs, objets de la rubrique ICPE 2925. Voir plus haut.

3.6 L'arrêté du 5 août 2002 (Rubrique 1510)

Publié au Journal officiel du 1er janvier 2003, ce texte remplace, après de nombreuses tentatives infructueuses d'accord avec les professionnels, l'ancienne circulaire du 4 février 1987. Il décrit les dispositions à prendre pour les entrepôts relevant de la rubrique 1510 citée plus haut, c'est-à-dire accueillant 500 tonnes ou plus de matières combustibles et d'un volume égal ou supérieur à 5 000 mètres

cubes. Le fameux « principe de précaution » tend à généraliser les obligations de la rubrique à toutes les unités de stockage quels que soient leur taille et le volume des biens entreposés. Les entrepôts anciens construits bénéficient du principe d'antériorité et ils peuvent rester sous le régime de la rubrique 183 ter pour autant qu'ils n'aient pas été l'objet de modifications significatives.

3.7 Les textes concernant la Fiche de Données de Sécurité (FDS)

Dans le même esprit que le document précédent, de nombreux textes ont défini plus précisément ce que doit être la Fiche de Données de Sécurité (FDS) et comment elle doit être élaborée puis utilisée pour chacun des produits classés et des préparations contenant, même en faible pourcentage, des matières dangereuses.

Citons notamment :

- la directive européenne 91/155/CE modifiée par la directive 93/112 du 10 décembre 1993 puis modifiée par la directive 2001/58/CE ;
- l'article R. 231 - 53 du Code du travail ;
- le décret 92 - 1261 du 3 décembre 1992 modifié par l'arrêté 94 - 181 du 1er mars 1994 ;
- l'arrêté du 5 janvier 1993 modifié par l'arrêté du 9 novembre 2004 ;
- la circulaire du ministère du Travail DRT 94/14 ;
- la directive 1999/45/CE ;
- l'arrêté 2004 - 725 du 22 juillet 2004.

Le nombre de ces textes et la fréquence à laquelle ils sont modifiés illustrent bien les difficultés que doit affronter le responsable sécurité.

Cette fiche doit être obligatoirement fournie au client et au transporteur, aussi doit-elle être tenue en stock sous forme papier ou disponible dans un fichier informatique qui peut être édité à la demande. Elle est parfaitement structurée en 16 rubriques.

Rubriques	Renseignements correspondants
1	Identification de la substance chimique et de la société responsable de sa mise sur le marché N° de téléphone d'appel d'urgence
2	Composition, concentration
3	Identification des dangers
4	Instructions concernant les premiers secours
5	Mesure de lutte contre l'incendie, prévention des incendies et des explosions
6	Protection de l'environnement en cas de dispersion
7	Précautions lors de la manipulation
8	Mesures d'hygiène, contrôle de l'exposition et équipements de protection
9	Propriétés physico-chimiques

.../...

.../...

10	Stabilité et réaction des produits
11	Effets sur la santé, informations toxicologiques
12	Effets sur l'environnement
13	Méthodes d'élimination du produit et des emballages contaminés
14	Informations concernant le transport
15	Informations réglementaires sur les dangers et règlements divers
16	Autres informations, date d'émission ou de mise à jour de la fiche

Voir la brochure ED 954 de l'INRS (avril 2005).

3.8 Le règlement pour le transport des marchandises dangereuses par route

Ce texte, RTMDR, du règlement routier français, en concordance avec l'ADR (Accord européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par route) définit un classement des produits dangereux en 13 classes et sous-classes :

Classes	Désignation
1	Matières et objets explosibles
2	Gaz comprimés, liquéfiés ou dissous sous pression
3	Matières liquides inflammables
4.1	Matières solides inflammables
4.2	Matières sujettes à l'inflammation spontanée
4.3	Matières qui dégagent des gaz inflammables au contact de l'eau
5.1	Matières comburantes
5.2	Peroxydes organiques
6.1	Matières toxiques
6.2	Matières infectieuses
7	Matières radioactives
8	Matières corrosives
9	Matières et objets dangereux divers

Une relation, pas toujours évidente, existe avec la « Nouvelle nomenclature » des ICPE, ainsi l'on retrouve les peroxydes organiques (classe 5.2 du RTMDR) sous la rubrique 1210 des ICPE.

À chacune de ces classes correspond un pictogramme figurant sur l'étiquette qui doit être apposée sur le véhicule venant prendre livraison. À quelques variantes près, ces pictogrammes sont les mêmes que ceux que doivent porter les conditionnements des produits (arrêté du 21 février 1990 et suivants).

Nota : Le RTMDR précise également l'ensemble de la procédure qui doit être respectée lors de la remise, par le chargeur, des produits au transporteur. Il est indiqué que c'est le chargeur, et donc son magasinier préposé aux expéditions, qui a l'entière responsabilité de l'opération.

Cette procédure indique notamment que les opérations suivantes doivent être faites lors du chargement, pour autant que la quantité de produits dangereux dépasse le seuil indiqué dans le marginal 10010 :

- vérification de l'homologation des emballages et de la correction de l'étiquetage ;
- remise d'un document au chauffeur certifiant que les marchandises sont admises au transport par route selon le RTMDR, que les emballages et étiquetage sont conformes et que les prescriptions du marginal 10414 ont été respectées. Ce document doit être daté et signé ;
- remise des consignes de sécurité correspondant aux produits chargés qui donnent des conseils sur la conduite à tenir en cas d'accident de la route ;
- vérification de la présence de certains équipements : panneaux orange à l'avant et à l'arrière, extincteurs, trousse à outils, feux orange, cale d'immobilisation du véhicule ;
- pour les camions dont le poids total avec charge est supérieur à 3,5 tonnes, vérification que le chauffeur a reçu une formation spécialisée et que le véhicule est pourvu d'un coupe batterie extérieur à la cabine.

3.9 Le décret du 13 juillet 1994

Ce décret entré en vigueur le 13 juillet 1995, et dont une explicitation a été donnée par une circulaire du 13 avril 1995, concerne les emballages industriels tels que caisses cartons, caisses bois, palettes, cagettes, fûts métal ou plastique, éléments de houssage et de calage, etc. Ceux-ci ne peuvent plus être déposés en décharge, ni incinérés sans récupération de calories. Ce texte impose une réutilisation, un recyclage, l'obtention de matériaux réutilisables ou la production d'énergie.

Ce chapitre, traitant de la sécurité, fait mention de ce décret bien que les emballages souillés par des produits dangereux en soient exclus. Aujourd'hui, en effet, ces emballages doivent être traités comme les produits eux-mêmes, mais il est question de les inclure dans le même régime que les autres emballages.

Par ailleurs, il faut bien prendre conscience que l'amoncellement anarchique d'articles de conditionnement, même non pollués, est souvent le point de départ des incendies.

4. La logique de la démarche

La démarche à suivre doit être d'une extrême rigueur pour obtenir toute l'efficacité souhaitable sans mobiliser des budgets insupportables. Elle peut, avec profit, s'inspirer d'une méthode fréquemment utilisée par les fiabilistes de l'industrie : la méthode AMDEC, comme Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leur Criticité.

Cette méthode a fait l'objet d'une norme AFNOR 60510 et d'une norme CEI 812. Elle fait appel à une notion très importante : la criticité. Toutes les industries n'en donnent pas exactement la même définition. Néanmoins toutes sont d'accord pour dire qu'elle est constituée de trois composantes :

- la gravité (ou sévérité) : par exemple, le sinistre circonscrit à l'intérieur d'une cellule de 3 000 mètres carrés sera moins grave que le même sinistre qui toucherait la totalité d'un entrepôt de 10 000 mètres carrés. La démarche sécurité utilisera beaucoup ce concept ;
- la détectabilité, concept également primordial : plus un sinistre sera découvert tôt, plus il sera facile d'organiser sa circonscription puis de provoquer son arrêt ;
- l'occurrence (ou fréquence), il s'agit là de la probabilité d'apparition du risque : une crue décennale est jugée plus « critique » qu'une crue centennale.

Pour un risque donné, le fiabiliste note de 1 à 5 chacun de ces trois critères. La criticité est, logiquement, le produit arithmétique de ces trois notes.

La méthode AMDEC propose donc :

- de recenser les risques potentiels ;
- de chiffrer leur criticité ;
- d'analyser leurs causes possibles ;
- d'éliminer les risques quand cela est possible ;
- de réduire la criticité des risques qui restent inévitables.

La suite de chapitre va s'inspirer de ce déroulement logique sans rentrer dans des détails qui ne peuvent être que spécifiques d'un site donné.

5. La nature des risques potentiels

En dehors des risques présentés par les matières radioactives ou explosives qui sont trop particuliers pour être abordés dans le cadre de cet ouvrage, les autres produits peuvent être dangereux à plusieurs titres comme mentionné dans les textes cités ci-dessus. Ces grandes familles sont :

- les chocs, collisions et ceux dus à des chutes ou des effondrements ;
- l'incendie ;
- l'explosion ;
- l'inondation ;
- la pollution de l'air à la suite ou non d'un sinistre dû à l'un des risques précédents ;
- la pollution de l'eau, avec les mêmes commentaires que ci-dessus ;
- auxquels on ajoute quelquefois les risques spécifiques des produits sous pression, bombes aérosols notamment.

Les produits peuvent être intrinsèquement dangereux ou peuvent seulement le devenir en se mélangeant avec d'autres produits, voire avec l'eau utilisée lors de la lutte contre l'incendie. Des produits ou des préparations peuvent présenter plusieurs risques simultanément.

6. L'IMPORTANCE DU FACTEUR TEMPS

Le temps a une extrême importance lorsqu'un sinistre se déclare, et particulièrement lorsqu'il s'agit d'un incendie. Une maxime souvent répétée dans les milieux du secourisme dit que : « une goutte d'eau éteint l'allumette, un verre est nécessaire pour un feu vieux d'une minute, un seau au bout de deux minutes et après, l'on ne sait plus ».

Moins anecdotique, la courbe de la figure 24.1 souligne bien la vitesse avec laquelle la température d'un incendie s'élève. Cette courbe, de la forme, $T - T0 = 345 \text{ Log}10 (8t+1)$ est normalisée par l'ISO (International Standard Organisation). Il est intéressant de placer à côté de cette courbe la décomposition des temps nécessaires pour mettre en place les moyens de lutte contre le sinistre :

Actions	Minimum	Maximum
Déclenchement du système de détection	3 minutes	5 minutes
Transmission de l'alarme à l'équipe de secours	1 minute	2 minutes
Vérification de la pertinence de l'appel	10 minutes	20 minutes
Reconnaissance du sinistre	0 minute	2 minutes
Transmission de l'alerte au centre de secours	1 minute	2 minutes
Départ des secours	1 minute	2 minutes
Temps de trajet	5 minutes	15 minutes
Reconnaissance et mise en place des moyens	3 minutes	6 minutes
Total	24 minutes	54 minutes

Ces temps élémentaires sont des temps réalistes observés par les experts des sapeurs-pompiers. Le rapprochement de ces deux informations est intéressant car elle montre, qu'en 24 minutes, la température de la courbe normalisée est déjà de 770 °C et qu'au bout des 54 minutes, elle a atteint pratiquement 900 °C.

Une structure métallique, ossature du bâtiment, éléments de charpente ou palettier, voit ses caractéristiques physiques se dégrader très rapidement à mesure que sa température s'élève. C'est dans cette optique que les systèmes de détection et d'extinction automatiques sont souvent conseillés car ils réduisent considérablement les temps de réaction.

Dans le même esprit, mais à un moindre degré, la présence continue d'un service de gardiennage ou la proximité immédiate de services de secours réduisent les temps de réaction et donc diminuent la criticité du risque encouru.

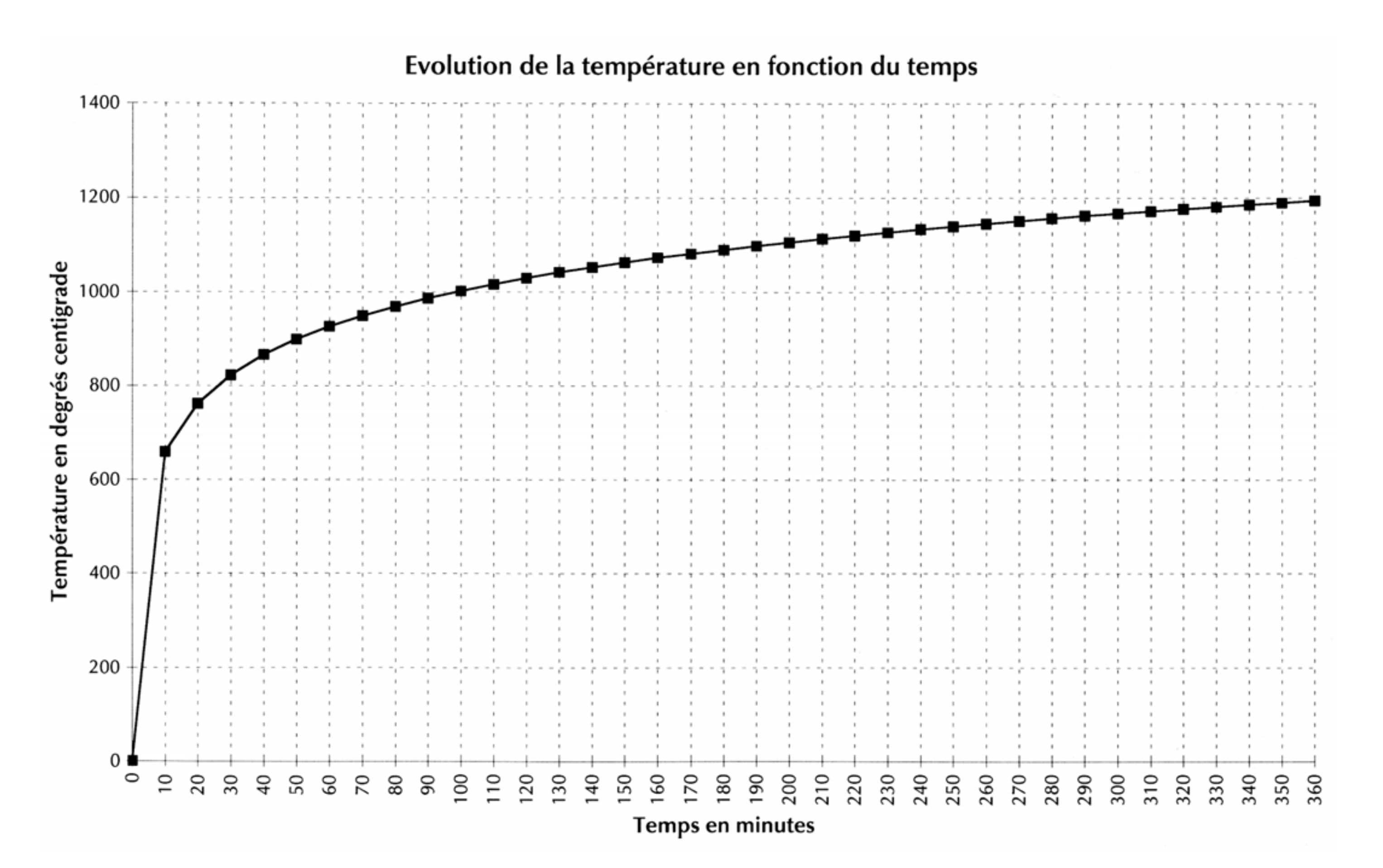


Figure 24.1 – Évolution de la température en fonction du temps

7. Les chocs

7.1 Les causes de chocs

Les chocs à l'intérieur d'un magasin sont horizontaux ou verticaux. Les chocs horizontaux sont principalement le fruit d'une collision entre un chariot et un équipement, entre deux chariots ou, plus grave, entre un chariot et un magasinier qui opère à pied. Les chocs verticaux sont dus à des chutes, notamment de palettes, ou à des effondrements en cours d'exploitation ou lors d'un incendie.

7.2 L'élimination des risques et la réduction de la criticité

Lors de la conception et de la réalisation, de nombreuses précautions, dont certaines ont été évoquées au chapitre traitant des palettiers, sont à prévoir pour se prémunir des chocs horizontaux parmi lesquelles, citons :

- mise en place de protection de pied d'échelle de palettier et d'arrêtoirs devant les équipements vulnérables, armoires électriques par exemple. Le choix du bois pour ces protections est à la fois plus esthétique, de l'avis de certains au moins, plus efficace car le bois amortit bien les chocs, et plus économique en particulier lorsqu'il y aura lieu de les changer ;
- respect de la réglementation concernant les couleurs normalisées des équipements mobiles et des dispositifs lumineux de type gyrophare ;
- respect de la réglementation concernant la signalétique des voies de circulation ;
- mise en place des dispositifs de signalisation, de ralentissement et d'arrêt automatiques pour les chariots autoguidés dans les zones dangereuses à faible visibilité ou à proximité d'aires accueillant des produits dangereux ;
- entretien vigilant des sols ;
- entretien des chariots (visites semestrielles ou annuelles, tenue à jour du carnet d'entretien) ;
- respect des mêmes mesures pour les transtockeurs et équipements similaires en extrémités d'allées ;
- installation d'enceintes de protection interdisant l'accès à des zones dans lesquelles des transtockeurs ou des robots de palettisation sont en exploitation ;
- pose de dispositifs de signalisation, voire d'interdiction d'accès, pour les chariots lorsqu'un piéton se trouve déjà dans l'allée ;
- installation de limiteurs de vitesse sur les chariots, limiteurs qui peuvent même être paramétrés en fonction de la dextérité du cariste, celui-ci étant alors reconnu par l'engin à l'aide d'un badge ou d'une étiquette magnétique ;
- observation des largeurs d'allées indiquées précédemment lorsqu'un chariot et un piéton doivent travailler dans la même allée ou lorsqu'il est prévu que deux chariots puissent se croiser ou se doubler ;
- définition d'une organisation dans laquelle toutes les circulations sont à sens unique ;
- mise en place des dispositifs spécifiques pour les stockages mobiles.

La prévention des chocs verticaux appelle les mesures suivantes lors des phases de conception et de réalisation :

- contrôle des notes de calcul des palettiers, comme des mezzanines, par un organisme compétent. Depuis sa parution, la règle européenne FEM 10.2.02 devient la référence de tous les pays d'Europe. Elle tend à mettre fin à une concurrence, quelquefois un peu sauvage, qui s'abritait derrière des règles de calcul nationales aux contraintes très différentes. Les logisticiens d'une certaine expérience se souviennent de palettiers effondrés lors de leur premier chargement ;
- montage respectant l'ensemble des règles de l'art qui garantissent la stabilité : qualité du sol, calage résiduel éventuel, fixation des platines de pieds d'échelles, entretoisement et contreventement ;
- respect d'un niveau d'éclairage suffisant, minimum imposé 60 lux, recommandé entre 125 et 150 lux ;
- installation de platelage dans les alvéoles de palettiers susceptibles d'accueillir des palettes de médiocre qualité, des formats de palettes ou de colis non garantis, (attention ces platelages doivent être à claire-voie pour que les eaux d'extinction, en provenance notamment des sprinkleurs, puissent les traverser avec efficacité et atteindre l'étage inférieur tout en ne provoquant pas de surcharge risquant d'être dommageable pour le palettier, soit un maximum d'obturation de 50 %) ;
- mise en place de « plafonds » de sécurité dans les éventuels couloirs de circulation à l'intérieur du palettier ;
- installation d'échelles de rives de palettier dépassant le dernier plan de pose d'une hauteur égale à celle des palettes susceptibles de s'y trouver ;
- mise en place d'un grillage ou d'un filet à l'arrière de palettier donnant sur une allée de circulation ;
- mise en place de butées arrière de palettes, (comme il a été dit dans un chapitre précédent, cette mesure reste très controversée) ;
- verrouillage des lisses par les clavettes réglementaires ;
- installation de butées et de signalisations empêchant le départ inopiné du camion alors que le cariste n'a pas terminé son chargement.

En phase d'exploitation, on veillera tout particulièrement aux points suivants :

- n'autoriser la conduite des chariots qu'au seul personnel habilité (article R 233-13-19 du Code du travail). Seuls les caristes en possession d'une autorisation de conduite peuvent utiliser des chariots automoteurs. Cette autorisation est délivrée par l'employeur après une épreuve d'aptitude physique et une épreuve de conduite comportant des manœuvres de prise, de dépose, de transport et de gerbage de charges en conditions réelles. Cet examen est défini par l'article 12 de l'arrêté du 30 juillet 1974 modifié et par le guide technique accompagnant la lettre ministérielle du 19 octobre 1989.

Depuis peu des formations approfondies ont été développées (Recommandation R 389 de la CNAM disponible sur le site Internet de l'INRS, www.inrs.fr) qui donnent lieu à la délivrance d'un CACES (comme Certificat d'Aptitude à la Conduite En Sécurité). Ces formations sont assez lourdes, 4 jours de cours plus 1 jour de contrôle avec un recyclage de 3 jours tous les 5 ans. Il existe autant de CACES que de type de chariots :

– CACES 1 : Transpalettes à conducteur porté et préparateurs au sol.
– CACES 2 : Chariots tracteurs et à plateaux porteurs.
– CACES 3 : Chariots frontaux < 6 tonnes.
– CACES 4 : Chariots frontaux > 6 tonnes.
– CACES 5 : Chariots à mât rétractable, et avec un complément de formation, chariots à fourche directionnelle, chariots combinés et préparateurs haute levée.
– CACES 6 : Déplacement, chargement, transfert, maintenance, essais.

Ces formations ne sont pas, à proprement parler, obligatoires **mais très fortement recommandées** par la CNAM notamment. (Visiter le site www.inrs.fr).

- assurer la parfaite maintenance des palettiers après une vérification approfondie ayant lieu tous les six mois qui s'attachera à tous les points sensibles : verticalité des échelles meilleure ou égale au 1/350 de la hauteur, rectitude des lisses à vide, bon serrage des boulons, intégrité des pieds, présence des verrous, etc.
- maintenir le niveau d'éclairement ;
- respecter les visites réglementaires de sécurité des chariots et engins de levage éventuels ;
- afficher et respecter les charges maximales admissibles, aussi bien pour les chariots que pour les palettiers ;
- ne gerber que des charges qui acceptent ce mode de stockage et respecter le nombre de niveaux indiqué sur le conditionnement (risque d'écrasement) ;
- limiter les hauteurs de gerbage à 6 fois la largeur de la charge dans le cas de caisses ou de conteneurs métalliques (risque de basculement) ;
- réparer immédiatement les pieds d'échelles de palettier endommagés ;
- réagréer immédiatement un sol détérioré ;
- utiliser des palettes de qualité indiscutable, (les palettes dites « perdues » exigent la présence de platelages ou de caillebotis dans les alvéoles) ;
- utiliser des conditionnements ne se déformant pas lors des variations du degré hygrométrique ;
- manutentionner exclusivement des palettes convenablement constituées, et filmées ou houssées si le type de charge l'exige.

La participation du personnel de l'entrepôt à la réduction de la criticité des chocs survenant lors d'accidents de la route a été mentionnée plus haut.

8. L'INCENDIE

8.1 Les causes

La cause la plus fréquente d'incendie est, suivant les statistiques des assurances, la malveillance. Elle représenterait plus d'un tiers des cas. Viennent ensuite les causes électriques, les mégots mal éteints des fumeurs jetés négligemment sur des matières

combustibles ou inflammables, les interventions de soudure, les chariots mal entretenus et les appareils de chauffage.

L'on cite souvent, notamment dans les médias, un court-circuit électrique comme étant la cause d'un incendie. Il s'agit là d'un abus de langage fréquent. Un court-circuit provoque le plus souvent qu'une brève étincelle, suivie immédiatement de la rupture du fusible ou le déclenchement du disjoncteur chargé de la protection du circuit électrique incriminé. Si l'étincelle ne se produit pas en milieu explosible elle est totalement inoffensive.

Beaucoup plus dangereux est le « long circuit ». On appelle ainsi une résistance fortuite qui se crée sur un circuit électrique. Cette résistance parasite peut être produite par le desserrage d'une borne qui provoque une résistance de contact par exemple, ou par la rupture d'un certain nombre de brins d'un câble souple. Cette résistance devient dangereuse quand elle est suffisamment faible pour ne pas déclencher les dispositifs de protection, mais suffisamment forte pour provoquer un échauffement local important à la manière d'un radiateur ou d'un fer à souder.

D'autres causes existent comme la combinaison chimique de certains éléments, sans parler des substances susceptibles d'autoréaction et d'inflammation spontanée, chacune attirant des ripostes adaptées.

Bien sûr les causes évoquées ci-dessus sont d'autant plus dangereuses que l'on se trouve dans un milieu où l'on stocke des produits plus sensibles. Cette sensibilité est notée par les classes et pour les produits inflammables ; cette classe est elle-même attribuée en fonction des points d'éclair.

En physique, la définition du point d'éclair est la température à laquelle les vapeurs, mélangées à l'air, s'enflamment au contact d'une flamme. À titre d'exemple, le point d'éclair de l'éther est de l'ordre de 20 °C et celui du gazole de 98 °C.

La nouvelle nomenclature distingue sous sa rubrique 1430 :

- les liquides extrêmement inflammables dont le point d'éclair est inférieur à 0 °C ;
- les liquides de première catégorie dont le point d'éclair est inférieur à 55 °C ;
- les liquides de deuxième catégorie dont le point d'éclair est compris entre 55° et 100 °C ;
- enfin les liquides moins facilement inflammables comme les mazouts.

8.2 L'élimination des risques et la réduction de la criticité

En fonction de ce qui vient d'être dit, et en se remémorant la courbe normalisée des températures, il y a lieu de prendre quatre types de mesures :

- d'abord celles qui vont éviter l'incendie ;
- puis celles qui vont permettre de déclencher l'alerte le plus tôt possible, si l'incendie s'est malgré tout déclaré ;
- d'autres encore qui vont permettre de circonscrire le sinistre ;
- enfin celles qui vont permettre l'extinction.

Dans **la première famille** l'on trouve les mesures suivantes qui doivent éviter que l'incendie ne se déclare :

En phase de conception et de réalisation, l'action la plus importante consistera à respecter scrupuleusement la norme NFC 15100 qui régit les installations électriques basse tension et à prévoir un système de chauffage utilisant l'eau chaude comme caloporteur.

Une autre précaution consiste à respecter les indications de la réglementation concernant les hauteurs de stockage et la surface des cellules. Les assureurs exigent une protection par sprinkleur dès que la hauteur de stockage (sommet de la charge la plus haute) atteint 7 mètres (limite d'efficacité reconnue des RIA).

Pendant l'exploitation, l'on veillera à :

- limiter les quantités stockées de produits sensibles et à ne jamais dépasser les quantités autorisées ;
- ne pas juxtaposer des substances qui pourraient donner lieu à des réactions chimiques dangereuses (acides/bases ou oxydants/éducteurs) si les conditionnements venaient à être endommagés, lors d'un choc par exemple ;
- respecter et à faire respecter l'interdiction de fumer ;
- maintenir l'installation électrique en excellent état ;
- interdire tous les travaux de soudure (autogène ou à l'arc électrique), ou à ne les autoriser qu'après la délivrance, au soudeur, de ce que l'on appelle « un permis de feu ». Formaliser cette autorisation permettra au responsable de l'entrepôt de prendre toutes les dispositions nécessaires avant, pendant et après l'intervention :
  - avant l'on délimitera parfaitement une zone sans papier, sans poussière, loin de tout produit inflammable ;
  - pendant les travaux, l'on pourra mettre en place un système local de ventilation ;
  - deux heures après la fin des travaux, il conviendra d'effectuer une ronde pour s'assurer qu'aucun feu ne couve.

Voir en fin du chapitre incendie le contenu d'un permis de feu.

- entretenir en parfait état de propreté le magasin. Un amas de poussière bien sec ou un tas de palettes ne demande qu'à s'enflammer ;
- ne jamais manipuler de liquides inflammables autrement que dans des récipients hermétiquement clos ;
- n'utiliser, dans les zones de stockage de produits inflammables de toutes catégories, que des chariots de manutention adaptés à ce type d'activité.

La deuxième famille qui concerne les mesures destinées à donner l'alerte le plus tôt possible correspond, *lors de la phase de conception et de réalisation*, à la mise en place d'un système de détection automatique et/ou d'un système de télésurveillance. Les documents R7 et R31 de l'APSAD traitent respectivement de ces deux sujets.

En phase d'exploitation, les mesures à prendre consistent principalement à mettre au point des procédures de surveillance et de gardiennage. Ce sujet est couvert par la règle R8 de l'APSAD.

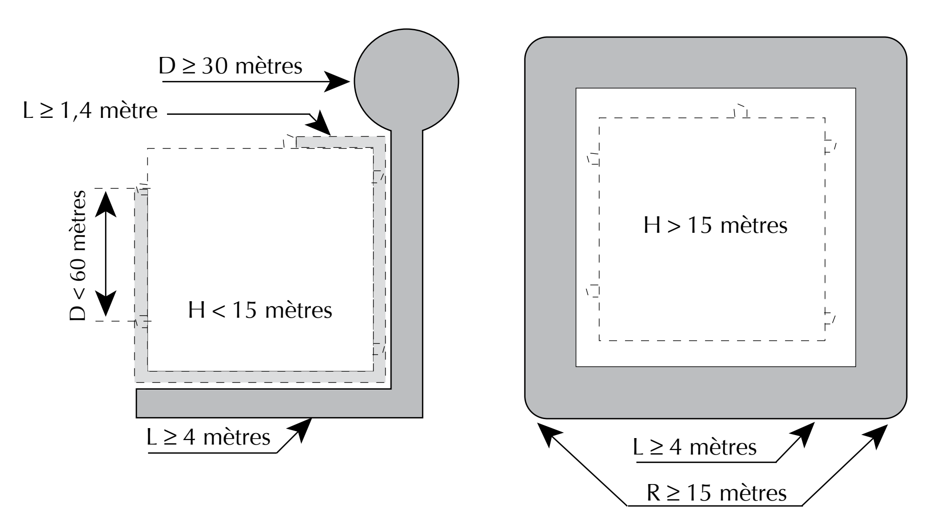


Figure 24.2 – Accès de secours suivant l'arrêté du 25 juin 1980

La troisième famille comprend, *lors de la phase de conception et de réalisation,* de nombreuses mesures destinées à éviter la propagation de l'incendie et qui vont avoir une influence directe sur la conception du bâtiment, sur son implantation et sur les aménagements intérieurs :

- Une (première) précaution imposée par la réglementation (article 4 de l'arrêté du 5 août 2002) est de respecter une certaine distance d'éloignement entre l'entrepôt et les biens avoisinants :
  – la distance dite « Z1 » (distance correspondant à un flux thermique de 5 kW/m^2, seuil des effets létaux) s'applique aux locaux d'habitation et aux voies de circulation ;
  – la distance dite « Z2 » (distance correspondant à un flux thermique de 3 kW/m^2, seuil des effets irréversibles) s'applique aux IGH (immeubles de grande hauteur), ERP (établissements recevant du public) et aux voies ferrées et routières à grande circulation.

Le calcul de ces distances doit tenir compte des effets thermiques et des effets toxiques des fumées. Peu de bureaux d'études sont capables, en France, d'effectuer ces calculs.

Le Laboratoire du Feu et de l'Environnement du CNPP est l'un de ces experts. Le graphique suivant, fruit de ses études et de ses simulations, montre l'efficacité comparée des moyens que l'on peut mettre en œuvre lorsque les caractéristiques du magasin (bâtiment et stock) sont incompatibles avec les dimensions du terrain dont on dispose compte tenu des distances réglementaires.

Une distance minimale de 20 mètres entre le bâtiment et les limites de propriété est de toute façon obligatoire.

Figure 24.3 – Flux thermique rayonné

- Une autre précaution (obligatoire) consiste à cloisonner l'entrepôt en cellules d'une surface maximale de 6 000 mètres carrés si celle-ci est sprinklée, et de 3 000 mètres carrés si elle ne l'est pas. La conception et la réalisation de ces cellules doivent être telles qu'un incendie se déclarant dans l'une d'elles ne puisse pas s'étendre aux cellules voisines avant une durée de deux heures. Ceci implique notamment que les parois doivent être coupe-feu et que, s'il y a des ouvertures, celles-ci doivent être « obturables » automatiquement par des portes ou des clapets coupe-feu, eux aussi. Par « ouverture », il faut entendre les portes réservées au cheminement des engins et du personnel, mais aussi les passages destinés aux convoyeurs, aux gaines d'aération et de climatisation, etc.

Dans le même esprit les traversées de murs par des canalisations électriques ou des conduites diverses doivent faire l'objet de précautions identiques : gainage et calorifugation incombustibles, presse-étoupe spéciaux, passages à bacs à sable, etc.

- La propagation est également ralentie par la mise en place d'écrans de cantonnement en partie haute et qui conservent l'air chaud au-dessus du foyer en l'empêchant de se répandre sur toute la surface du plafond.
- Un autre frein à l'extension de l'incendie et qui devient une aide lors de l'intervention d'extinction est le désenfumage. Celui-ci s'effectue par l'ouverture d'exutoires de fumées dont la surface minimale doit représenter 4 % de la surface totale des cantons. L'ouverture de ces exutoires peut être automatique ou manuelle pour autant que les commandes se trouvent à proximité des issues de secours. L'évacuation des fumées peut aussi se faire par des ouvrants de façade dans le cas d'un bâtiment à étages.

Cette mesure a été jugée indispensable car, en effet, les fumées présentent trois types de dangers. Elles favorisent l'élévation de température, elles sont le plus souvent toxiques et elles diminuent considérablement la visibilité. Sans dispositifs de désenfumage, des mesures effectuées par le Centre National de Prévention et de

Protection ont montré que la fumée se propage horizontalement à une vitesse pouvant atteindre jusqu'à un mètre par seconde.

Cette mesure semble néanmoins plus ou moins controversée aujourd'hui. D'aucuns prétendent que l'ouverture des exutoires provoque un appel d'air qui active l'incendie. Sans entrer dans cette querelle d'experts, la solution sage semble être d'opter pour une ouverture manuelle. Les pompiers décideront de la conduite à tenir en toute compétence.

Une étude particulière s'intéressera à tous les éventuels cheminements verticaux, escaliers, gaines d'ascenseurs ou de monte-charge, etc.

- Il faut éviter aussi que le feu ne se propage par le toit, il ne sera donc pas fait usage d'une technologie multicouche à base de produits bitumineux éminemment combustibles et les murs coupe-feu devront dépasser de la toiture d'au moins un mètre.
- Des précautions devront aussi être prises pour que, lors de l'extinction d'incendie, les eaux répandues, et éventuellement mélangées à des matières dangereuses, ne polluent pas l'environnement. Ceci implique la construction de zones de confinement. Plusieurs solutions peuvent être envisagées : pose de redans (genre de « gendarmes couchés ») à chaque issue du bâtiment, quais en décaissement par rapport au bâtiment ou bassins extérieurs spécifiques. Ces capacités de stockage provisoire ne pourront se déverser dans le réseau d'égouts qu'à la suite d'une manœuvre volontaire d'une vanne lenticulaire ou à guillotine après vérification de leur non-dangerosité. Si ces eaux s'avéraient polluantes, elles devraient être traitées sur place ou dans un centre spécialisé. Pour le dimensionnement du volume de confinement, notons que la durée d'extinction peut aller de 5 à 12 heures et que le débit d'eau est estimé entre 10 à 20 litres par minute et par mètre carré d'entrepôt. Les sapeurs-pompiers de Paris estiment qu'un sinistre de moyenne importance exige une rétention de l'ordre de 1 000 à 1 500 mètres cubes. Le document D9A est le guide pratique proposé pour le dimensionnement des rétentions d'eau d'extinction.

En phase d'exploitation, il sera nécessaire de veiller à ce que toutes les dispositions prises restent bien opérationnelles, comme l'ouverture des exutoires, la libre fermeture des portes coupe-feu, etc.

La quatrième famille de mesures à prendre concerne les dispositions qui vont aider à l'extinction de l'incendie et *a fortiori* celles qui vont éviter de ralentir l'intervention. Elles consistent, *lors de la phase de conception et de réalisation*, à :

- répartir des issues normales et des issues de secours de telle façon qu'aucun point de l'entrepôt ne se trouve à plus de 50 mètres de l'une d'entre elles. Cette distance devient 25 mètres pour les parties en cul-de-sac. Cette distance devient 10 mètres (art. R. 232-12-15 alinéas 1 et 2) pour les postes de travail dans des locaux contenant des liquides inflammables. Est-ce qu'une activité de picking correspond à la définition d'un poste de travail ?
- installer un dispositif d'extinction automatique de type sprinkleur. Cette mise en place peut être volontaire ou imposée, soit par les autorités compétentes soit par la compagnie d'assurances. Les règles d'installation R1 de l'APSAD couvrent le sujet. Voir, plus loin, le paragraphe consacré à ce sujet.

- installer un dispositif d'extinction automatique d'un autre type (à l'aide d'un gaz inerte, suivant les règles d'installation de l'APSAD respectivement R2 et R3) en fonction de la nature des produits concernés ;
- prévoir, même si les dispositifs précédents sont envisagés, les extincteurs mobiles et les robinets d'incendie armés RIA suivant les règles d'installation de l'APSAD R4 et R5 ;
- s'assurer que les quantités d'eau nécessaires à l'extinction de l'incendie seront bien disponibles. Le document technique D9, émis conjointement par l'INESC, la FFSA et le CNPP est un guide pratique de dimensionnement des besoins en eau, débit et sources d'approvisionnement ;
- réserver une voie d'accès des véhicules de secours. Celle-ci doit avoir une largeur minimale de 4 mètres avec une hauteur libre de 3,5 mètres. Si l'entrepôt a une hauteur inférieure ou égale à 15 mètres, cette voie doit courir le long du demi-périmètre du bâtiment avec en extrémité une zone permettant le demi-tour des engins, soit au minimum un cercle de 30 mètres de diamètre. Si le bâtiment a une hauteur supérieure à 15 mètres, la voie d'accès doit faire le tour complet de la construction. Voir figure 24.5.
- desservir toutes les issues, notamment les issues de secours par un trottoir stabilisé d'une largeur d'au moins 1,4 mètre ;

Et *lors de la phase d'exploitation*, les mesures consistent à :

- établir d'abord, et maintenir à jour ensuite, un plan de tous les locaux qui permette aux pompiers d'accéder le plus rapidement possible là où cela s'avérera nécessaire ;
- baliser les accès ;
- mettre en place un service de sécurité interne ;
- afficher les consignes ;
- assurer une formation concernant l'utilisation des moyens de lutte et le respect des consignes ;
- pratiquer régulièrement un exercice (tous les six mois par exemple) ;
- ne pas stationner sur la voie d'accès des véhicules de secours, ni encombrer le trottoir périphérique ;
- conserver, dans les entrepôts où les charges sont posées au sol ou gerbées, des largeurs d'allées de circulation entre les différents blocs conformément à l'article 11 de l'arrêté du 5 août 2002. Les îlots doivent avoir une surface maximale de 500 mètres carrés. La hauteur de stockage ne doit pas dépasser 8 mètres (5 mètres pour les matières dangereuses liquides). La distance entre deux îlots est au minimum de 2 mètres. Une distance minimale de 1 mètre doit être maintenue entre le sommet des charges et le plafond ou le système d'extinction automatique. Une distance minimale de 1 mètre doit être maintenue entre les îlots et les parois du bâtiment et tout système de chauffage ;
- stocker séparément les produits incompatibles avec l'eau. Des moyens de lutte appropriés seront disposés à proximité et un pancartage sans ambiguïté préviendra des équipes de secours extérieures susceptibles d'intervenir.

8.3 Le permis de feu

Le permis de feu est un document qui permet de formaliser les conditions dans lesquelles des opérations à risques doivent être menées pour ne pas provoquer d'incendie. Par opérations à risques il faut entendre tous les travaux par point chaud, comme les opérations de soudage ou de meulage.

Le permis de feu ne concerne que les opérations d'entretien, de réparation ou d'extension. Cette procédure ne concerne pas les travaux réguliers à poste fixe.

Un permis de feu doit comporter les informations suivantes :

- la définition précise des travaux à effectuer et les outils ou procédés utilisés ;
- la description des moyens de protection prévus (délimitation de la zone d'intervention, écran pare-étincelles, extincteurs dédiés, etc.) ;
- l'indication précise du lieu de l'intervention ;
- la date de l'intervention avec les heures de début et de fin des travaux ;
- le responsable opérationnel avec indication du service si cette personne fait partie de la société, ou l'entreprise s'il s'agit d'une entreprise extérieure ;
- sa signature attestant sa prise de connaissance du document ;
- le responsable interne de la sécurité ;
- ses trois signatures attestant la visite des lieux avant le début de l'intervention, à la fin des travaux et deux heures après leur fin ;
- la mention des documents joints. Il peut s'agir de consignes générales de sécurité avec l'indication des n° d'appel des secours. Cela peut aussi concerner des consignes particulières dans le cas de procédés spécifiques ou d'un environnement spécial.

Des liasses de formulaires imprimés sont disponibles dans le commerce notamment auprès du Centre National de Prévention et de Protection dont les coordonnées sont indiquées sous la rubrique « Adresses utiles ».



PERMIS DE FEU



UTILISER LA LIASSE DANS L'ORDRE ① VERT ② BLEU ③ JAUNE

Le PERMIS DE FEU est établi dans un but de prévention des dangers d'incendie et d'explosion occasionnés par les travaux par point chaud (soudage, découpage, meulage...). Il est délivré par le chef de l'entreprise utilisatrice ou son représentant qualifié, pour chaque travail de ce genre exécuté soit par le personnel de l'entreprise, soit par celui d'une entreprise extérieure. Il ne concerne pas les travaux effectués à des postes de travail permanents de l'entreprise. Il doit être renouvelé chaque fois qu'un changement (d'opérateur, de lieu, de méthode de travail...) intervient dans le chantier.

ORDRE DE TRAVAIL DONNÉ PAR (1)

M ____________________

Fonction ____________________

ENTREPRISE EXTÉRIEURE ÉVENTUELLEMENT (2)

Raison sociale ____________________

Représentant qualifié ____________________

TRAVAIL À EXÉCUTER

(Date, heure et durée de validité du Permis)

Le ________ de ________ à ________

Lieu ____________________

Organes à traiter ____________________

Opérations à effectuer ____________________

PERSONNES CHARGÉES DU TRAVAIL ET DE SA SÉCURITÉ

1° Agent veillant à la sécurité générale de l'opération :

M ____________________

2° Opérateur : M ____________________

3° Auxiliaire(s) : M ou MM ____________________

SIGNATURES (3)

	Dates	
Le représentant du Chef d'entreprise donnant l'ordre de travail :		
Agent veillant à la sécurité générale de l'opération :		
Opérateur :		

CONSIGNES PARTICULIÈRES RÉSULTANT DU TYPE D'EXPLOITATION DE L'ÉTABLISSEMENT

RISQUES IDENTIFIÉS (STOCKAGES, CONSTRUCTION, CONTIGUITÉS...)

MOYENS DE PROTECTION CONTRE LES PROJECTIONS

A PROXIMITÉ DU LIEU DE TRAVAIL

· MOYENS D'ALERTE :

· MOYENS DE 1ʳᵉ INTERVENTION :

EN CAS D'ACCIDENT, TÉLÉPHONE :

(1) Le représentant qualifié du Chef d'entreprise donnant l'ordre de travail.

(2) Dans le cas où pour exécuter le travail il est fait appel à une entreprise extérieure, et sans qu'il soit dérogé au contrat entre les deux entreprises, l'entreprise utilisatrice qui commande le travail doit veiller à ce que le maximum de précautions soient prises pour la mise en état du lieu où le travail doit être exécuté ainsi que des abords, surtout lorsque ceux-ci comportent des matériels ou marchandises inflammables ou susceptible de faciliter une explosion ou la propagation d'un incendie.

Toutefois, il appartient à l'entreprise extérieure de prendre contact avec le chargé de sécurité de l'entreprise utilisatrice qui commande le travail et d'établir en commun les mesures de sécurité.

(3) Le donneur d'ordre recueille les signatures des parties intéressées. Chacun des signataires reçoit un exemplaire du PERMIS DE FEU, complété et revêtu de toutes les signatures.

CNPP

© CNPP - MODÈLE DÉPOSÉ INPI N° 933943

ÉDITÉ PAR LE CENTRE NATIONAL DE PRÉVENTION ET DE PROTECTION

Diffusé par CNPP ENTREPRISE SARL - Service Éditions - BP 2265 - F 27950 Saint-Marcel - Tél. : 02 32 53 64 34 - Fax : 02 32 53 64 80

Figure 24.4 – Permis de feu

Figure 24.5 – Accès de secours suivant l'arrêté du 25 juin 1980

9. L'EXPLOSION

9.1 Les causes

Les objets et matières explosibles sont définis comme ceux qui peuvent provoquer une explosion par choc, friction, feu ou autre source d'ignition. Il peut s'agir de gaz ou de poussières. Cette définition est suffisamment claire pour ne pas attirer de commentaire particulier.

À côté des munitions de chasse ou des cartouches utilisées pour des scellements, il est certains explosifs auxquels on ne pense pas spontanément comme les dispositifs de déclenchement des airbags ou ceux qui libèrent les masques à oxygène lors de la dépressurisation des avions de ligne.

9.2 L'élimination des risques et la réduction de la criticité

Les rubriques 1311 et 1321 de la nouvelle nomenclature concernent respectivement le stockage des poudres et explosifs et le stockage des autres substances et préparations explosibles.

Les causes feu, choc et friction, ont été vues aux paragraphes précédents et le cas des aérosols est traité plus loin.

La démarche va être d'essayer d'éliminer ou de réduire le risque de trouver réunis le combustible, le comburant et l'étincelle.

L'élimination du risque d'étincelle passe par l'utilisation de technologies et de matériels adaptés : matériels électriques à sécurité augmentée « e » ou à sécurité

intrinsèque « i », équipements mus par l'énergie pneumatique ou hydraulique. Elle passe aussi par l'utilisation de matériaux ne provoquant pas d'étincelles : cuivre, bronze, acier inoxydable, etc.

L'élimination ou plus exactement le confinement du mélange explosif, combustible et comburant, se fait par l'usage de conditionnements adéquats et l'utilisation de matériels électriques à enrobage « m », à surpression interne « p » ou à immersion dans l'huile « o ». Cette élimination peut également se faire par ventilation si le risque d'explosion est dû à des fuites de gaz ou à des vapeurs.

La propagation de l'explosion s'évite par l'utilisation de matériels électriques à pulvérulent « q » ou à enveloppe antidéflagrante « d ». Le matériel électrique antidéflagrant est souvent considéré par les non-spécialistes comme la seule réponse technologique aux risques d'une atmosphère explosible. Même si elle est la plus spectaculaire, elle n'est qu'une solution parmi sept. Il ne convient donc pas de la retenir *a priori*, mais d'examiner la faisabilité des autres solutions car c'est de loin la plus coûteuse à efficacité égale.

10. L'inondation

Les inondations peuvent provenir en général soit d'un phénomène naturel, soit des eaux d'extinction d'un incendie.

La seule façon réaliste d'éliminer le risque d'inondation naturelle est de choisir avec pertinence le site sur lequel on élèvera l'entrepôt. Dans le cas d'un site existant, il n'y a malheureusement pas grand-chose à faire sauf, dans certains cas, d'élever peut-être quelques digues et de ne pas stocker de marchandises au sol. Certaines compagnies d'assurances, n'acceptent de courir ce risque que si le niveau du site se trouve à au moins un mètre au-dessus de la crue centennale.

Pour éliminer les risques dus aux eaux d'extinction, le bon sens dicte d'éliminer d'abord les risques d'incendie. Si l'incendie survient néanmoins, les marchandises ne pourront guère être mises à l'abri puisque toutes les dispositions vont, au contraire, être prises pour que leur aspersion ne soit pas gênée : nombreuses nappes de sprinkleurs, platelage à claire-voie, etc.

L'évacuation des eaux va être regardée au paragraphe « La pollution de l'eau ».

11. La pollution de l'air

Un entrepôt participe à la pollution de l'air principalement à l'occasion d'un incendie, les mesures à prendre sont donc énoncées dans le paragraphe s'y rapportant.

12. La pollution de l'eau

Les deux causes principales sont les fuites dues à des conditionnements endommagés ou, une fois encore, les eaux déversées lors de l'extinction d'un incendie.

En phase de conception et de réalisation, il y a lieu de prévoir :

- des cuves de rétention dans la zone de stockage des produits toxiques, corrosifs et inflammables, en veillant que pour les produits corrosifs les matériaux utilisés résistent à ladite corrosion. L'arrêté du 5 août 2002 impose, dans son article 12, le volume que doivent avoir ces capacités de rétention : 100 % de la capacité du plus grand réservoir et 50 % de la capacité des autres réservoirs.

Dans le cas d'un magasin n'accueillant que des fûts d'une capacité unitaire inférieure ou égale à 250 litres, la rétention doit être égale à la capacité totale des fûts si cette capacité est inférieure à 800 litres, soit à 20 % de la capacité totale si celle-ci excède 800 litres avec un minimum de 800 litres. Cette dernière disposition ne s'applique pas au stockage de liquides inflammables.

Les cuves en question doivent être en nombre suffisant et judicieusement disposées pour éviter que des produits incompatibles ne se retrouvent pas dans la même cuve. L'étanchéité de ces cuves doit pouvoir être vérifiée à tout moment. Ces dispositions valent aussi pour les aires de manutention, chargement et déchargement de camions, etc.

- des bassins de confinement aptes à recueillir l'ensemble des eaux susceptibles d'être polluées lors d'un accident ou d'un incendie, y compris les eaux utilisées pour l'extinction. Cette mesure décrite dans l'article 132 de l'arrêté du 5 août 2002 s'applique aux sites relevant de la rubrique 1510. Comme évoqué plus haut, ces bassins doivent avoir une capacité calculée suivant les règles de calcul énoncées dans le guide pratique D9A (texte non officiel mais qui est reconnu dans de nombreux départements). Même si quelquefois, il est admis, sous conditions, que les eaux soient retenues dans le décaissement des quais, il ne faut pas oublier que le « lac » ainsi généré ne doit pas gêner l'évolution des équipes de secours.

Lors de la phase d'exploitation, les magasiniers veilleront à :

- ne jamais stocker des produits dangereux en quantité supérieure à ce qui avait été prévu lors de la conception du site ;
- n'accepter que des contenants en excellent état ;
- utiliser, le cas échéant, des palettes spéciales, pourvues d'un bac de récupération, pour les fûts ou tonnelets contenant des produits toxiques ou dangereux pour l'environnement ;
- utiliser des surfûts de sécurité qui permettent d'isoler les emballages défectueux et « fuyards » ;
- vérifier régulièrement l'étanchéité des cuves de rétention et des bassins de confinement.

13. Le cas particulier des aérosols

13.1 La définition

La réglementation définit les générateurs d'aérosols comme étant « l'ensemble constitué par un récipient non réutilisable, en métal, en verre ou en matière plastique

contenant un gaz comprimé, liquéfié ou dissous, avec ou sans liquide, pâte ou poudre et pourvu d'un dispositif de prélèvement permettant la sortie du contenu sous forme de particules solides ou liquides en suspension dans un gaz ou sous forme de mousse, de pâte ou de poudre, ou à l'état liquide ».

Depuis la convention du 7 février 1989 pour la préservation de la couche d'ozone qui proscrit l'usage des CFC, souvent les gaz propulseurs font partie de l'une des trois catégories des inflammables comme le butane, le propane ou le diméthyléther. D'autres propulseurs sont utilisés qui sont ininflammables comme l'azote, le dioxyde de carbone ou l'oxyde nitreux. Les bombes aérosols peuvent également contenir des solvants eux aussi inflammables ou d'autres composants classés dans les produits dangereux. Des essais effectués par le Factory Mutual System ont mis en évidence que les produits étaient souvent plus dangereux que les gaz propulseurs.

Cet organisme propose de classer les aérosols en trois classes :

- la classe de niveau 1 lorsqu'il n'y a pas plus de 25 % de produit combustible (crème à raser, certains insecticides, etc.) ;
- la classe de niveau 2 pour les articles contenant de 25 à 100 % de produit combustible miscible à l'eau ou 25 à 55 % de produit combustible non miscible à l'eau (laques capillaires, eau de toilette, etc.) ;
- la classe de niveau 3 pour les cas où l'on trouve plus de 55 % de produit combustible non miscible à l'eau (lubrifiants, peinture, etc.).

Les bombes aérosols du niveau 1 exposées à une forte chaleur explosent mais le produit contenu n'alimente pas l'incendie, elles ne sont donc guère plus dangereuses que d'autres marchandises. Ce sont les articles de niveau 2 et 3 qui réclament des mesures spécifiques.

13.2 Les mesures spécifiques

Le Comité Français des Aérosols donne une série de conseils à suivre pendant la conception et pendant l'exploitation.

En phase de conception et de réalisation, le concepteur réservera une zone spécifique pour le stockage de ce type de produits. Cette zone sera entourée d'un grillage métallique, formant cage et dont les mailles seront d'une taille maximale de 5 centimètres ou de cloisons en maçonnerie, de telle façon que, lors d'un incendie, des projections d'aérosols ne risquent pas de propager le sinistre dans le reste de l'entrepôt. Lors d'essais, des conteneurs ont été observés qui fusaient à plus de 30 mètres quand ils explosaient.

Il est également fortement recommandé de prévoir le dopage des eaux d'extinction, réseau sprinkleur ou robinets d'incendie armés, par un agent émulsifiant.

Ces deux dispositions doivent être prises en plus des dispositions déjà citées plus haut.

En phase d'exploitation, les magasiniers s'attacheront à :

- stocker les palettes d'aérosols au niveau inférieur pour limiter les risques de chutes et donc de détérioration des conteneurs ;
- éviter des hauteurs de gerbage qui pourraient provoquer des fuites par compression ;

- ne pas placer les aérosols près d'une source de chaleur, soleil ou chauffage, qui puissent les porter à une température supérieure à 50° ;
- utiliser des fourches de chariots antiétincelles avec revêtement d'acier inoxydable ou de laiton ;
- utiliser des fourches de chariots d'une longueur telle qu'il n'y ait pas de risque d'endommager par perforation les aérosols de la palette située derrière celle qui est en cours de manutention :
- munir les chariots évoluant dans cette zone d'un extincteur portatif.

La nouvelle édition de la règle R1 de l'APSAD concernant le sprinklage préconise, suivant la nature des produits, une cuve de rétention et même un compartiment maçonné si le volume de stockage dépasse 0,5 mètre cube. De plus, le sprinklage de type ESFR n'est pas admis pour la protection des bombes aérosols.

14. Les risques particuliers

Certains entrepôts peuvent abriter des produits ou des procédés particuliers. Des mesures adaptées doivent être prises au cas par cas. Parmi ces risques, l'on peut citer : la manipulation de produits très chauds ou très froids, le maniement de produits dangereux, l'utilisation dans des opérations à valeur ajoutée de rayon laser ou d'ultrasons, etc.

15. Les salles de charge des batteries

Un paragraphe précédent a abordé l'intérêt qu'il y avait à prévoir ce local et la façon dont il devait être conçu au plan des fonctionnalités techniques. Ce passage va s'intéresser aux contraintes imposées par la recherche de la sécurité.

La rubrique 2925 de la nouvelle nomenclature classe les ateliers de charge des accumulateurs dans les activités soumises à un régime de la déclaration lorsque la puissance mise en jeu est supérieure à 50 kW en courant continu. Cette puissance est très vite atteinte par exemple avec deux chariots grande hauteur.

Lors de la conception, il y a lieu de respecter les directives suivantes qui tiennent compte des risques d'explosion due aux émanations d'hydrogène et aux risques de pollution due à un renversement d'acide :

- construire le local avec des matériaux incombustibles (parois coupe-feu deux heures) ;
- implanter ce local en simple rez-de-chaussée ;
- mettre en place une couverture légère, susceptible de se soulever en cas d'explosion ;
- choisir des portes coupe-feu une heure commandées par des détecteurs autonomes sensibles aux gaz et aux fumées ;
- ventiler largement le local avec évacuation par la partie supérieure et, de préférence, en utilisant une ventilation mécanique. Le renouvellement de l'air est défini par la formule :

Volume d’air renouvelé par heure = 0,05 N × Im

N : nombre d’éléments de batteries chargés simultanément.

Im : intensité maximale de charge définie par la norme NFC 58311.

- prévoir un sol étanche, comme indiqué précédemment, revêtu d’une peinture antiacide, avec une pente suffisante pour éviter toute stagnation des liquides ;
- dimensionner le bac de rétention à la plus grande des deux valeurs suivantes : 100 % de la capacité de la plus grosse batterie ou 50 % de la capacité globale de toutes les batteries susceptibles de se trouver dans ce local simultanément ;
- faire remonter la protection de peinture antiacide sur les murs jusqu’à une hauteur d’au moins 40 centimètres ou mieux 1,20 mètre ;
- veiller à ce que l’installation électrique soit conforme à l’arrêté ministériel du 31 mars 1980, avec éclairage de sécurité et coupure des circuits (commutateurs, disjoncteurs, etc.) étanche avec du matériel antidéflagrant ;
- équiper ce local d’extincteurs à CO_2 ou à poudre ainsi que de bacs à sable avec pelle.

Comme cela a été évoqué précédemment, ces contraintes sont incontournables dans le cas d’utilisation de batteries dites ouvertes. Elles peuvent être négociées auprès des autorités compétentes, de préférence au moment de la conception, dans le cas d’utilisation de batteries au gel ou à régénération.

16. Les sprinkleurs

Les installations sprinkleur sont devenues au fil des ans de plus en plus complexes à cause, notamment, de la multiplicité des variantes disponibles. De plus, par leur fonction, elles doivent être d’une indiscutable fiabilité. Ceci implique que l’étude définitive ne pourra être effectuée que par des spécialistes avertis en accord avec les services techniques de l’assuré. Les lignes qui suivent n’ont d’autres ambitions que de présenter quelques généralités.

16.1 Définition et principes

Les installations sprinkleur sont des installations automatiques destinées à circonscrire un incendie ou à l’éteindre à l’aide de projection d’eau sous pression.

Une telle installation se compose principalement des éléments suivants :

- une ou deux alimentations en eau ;
- une réserve d’eau locale dite « source inépuisable » en cas de défaillance ou d’insuffisance des alimentations précédentes ;
- des pompes de remplissage ;
- un réservoir sous pression ;
- un surpresseur ;
- un réseau de distribution ;
- les têtes de sprinkleur.

Le croquis de la figure 24.6 donne un schéma simplifié d’une installation sprinkleur.

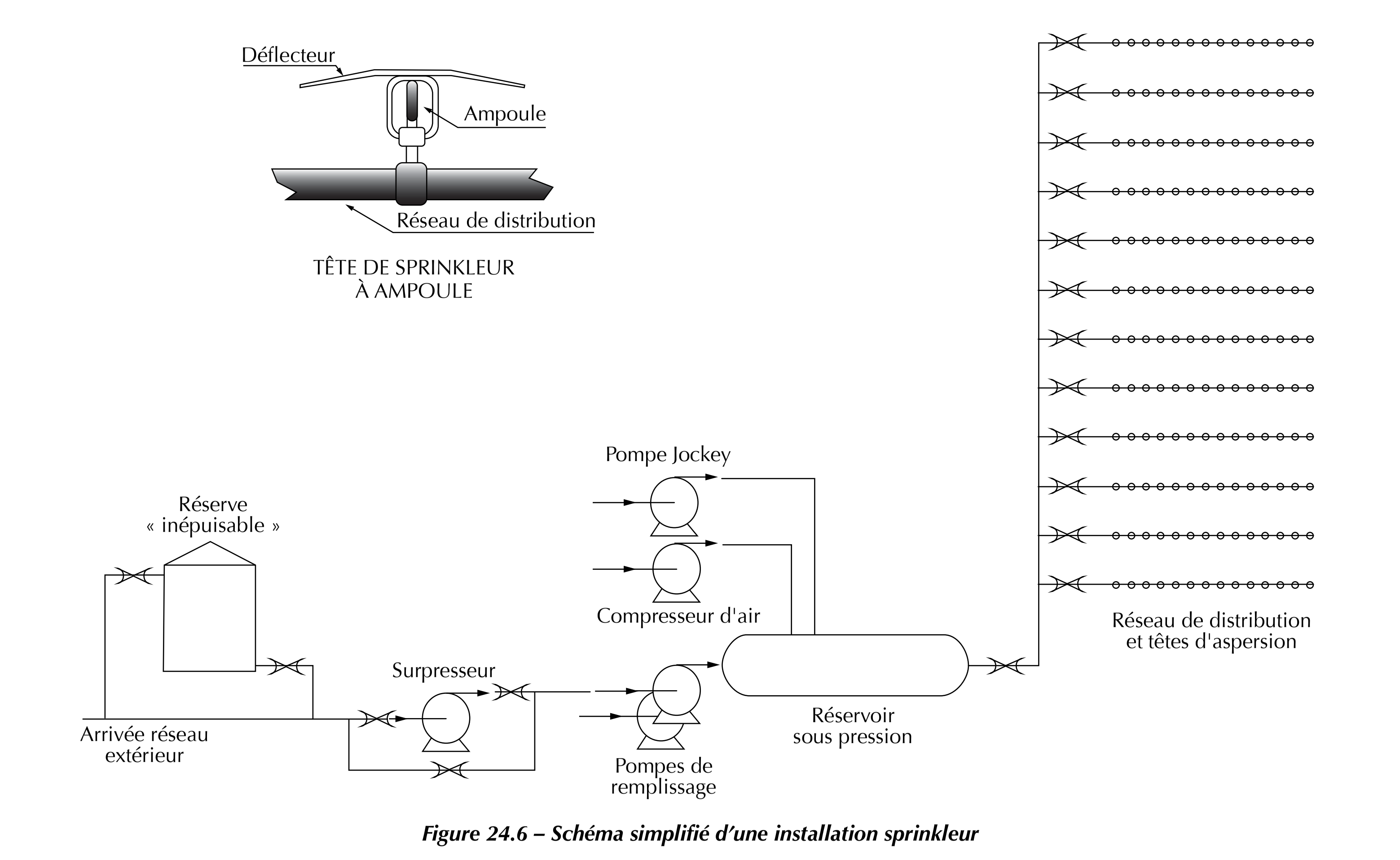


Figure 24.6 – Schéma simplifié d'une installation sprinkleur

Le plus souvent, l'automatisme du déclenchement est local et rustique pour cause de robustesse. Dans les têtes à ampoule, par exemple, l'ampoule de verre, remplie d'un liquide adéquat, explose à la température choisie autorisant ainsi le déversement de l'eau pressurisée.

Quelquefois, les têtes sont ouvertes et leur alimentation en eau se fait à distance par le déclenchement d'une vanne pilote, ce qui permet d'alimenter plusieurs têtes simultanément.

Cette variante est notamment destinée à la protection des auvents car les circuits d'eau sous pression risqueraient de geler par temps froids et devenir ainsi totalement inefficaces.

16.2 Les différents types de systèmes

Le principe d'une protection sprinkleur a donné lieu à plusieurs variantes destinées à s'adapter aux différents cas d'emploi, à améliorer l'efficacité et à réduire les contraintes induites en exploitation. Parmi les grandes familles, l'on peut citer :

- Le sprinkleur conventionnel. Il est destiné aux installations classiques de stockage ou à celles de grande hauteur. Il est conçu principalement pour éviter la propagation de l'incendie dans les zones avoisinantes du foyer d'origine. À titre d'exemple, les caractéristiques préconisées d'un système sprinkleur pour un projet de stockage de produits pharmaceutiques ont été :
  - pression du réseau 0,5 bar ;
  - débit des têtes : 100 litres/minute ;
  - une nappe en toiture ;
  - 1 m libre entre ces têtes et le sommet des charges les plus hautes ;
  - une nappe, ensuite, tous les 4,6 mètres ;
  - 0,15 m libre entre ces têtes et le sommet des charges ;
  - 0,15 m libre entre deux palettes dos à dos ;
  - un espace minimal entre palettes de 75 mm ;
  - pas de platelage plein.
- Le sprinkleur sous air. Cette solution a été étudiée pour protéger des zones qui ne peuvent pas être mises à l'abri du gel ;
- Le sprinkleur dit « grosses gouttes ». Ce type d'installation est réservé aux installations d'une hauteur moyenne (6 à 7 mètres) dans lesquelles il n'est pas possible de mettre en place des nappes intermédiaires, par exemple dans le cas d'un stockage mobile ou lorsque la capacité calorifique des biens à protéger est telle que l'intensité du feu risquerait de vaporiser l'eau d'extinction avant que celle-ci n'ait fait son office, pile de palettes vides par exemple.
- Le sprinkleur type « déluge ». Cette variante a été conçue pour la protection de risques spéciaux pour lesquels on craint un développement particulièrement rapide de l'incendie. Dans ces installations, les têtes de sprinkleur restent ouvertes en permanence. L'alimentation en eau pressurisée se fait à partir d'un seul point de contrôle commandé par un dispositif de détection.

- Le sprinkleur type « ESFR » (comme Early Surpression Fast Response). Ce système est conçu pour éteindre l'incendie et non plus seulement pour le circonscrire. Il est conçu pour des stockages d'une hauteur de 10,60 mètres (sommet de la charge la plus haute) ou inférieure. Son débit est tel qu'il ne nécessite pas de nappes intermédiaires. Cette particularité est particulièrement intéressante car elle permet, sans trop de contraintes, de modifier la hauteur des alvéoles et surtout, il n'y a plus de têtes susceptibles d'être endommagées à la suite d'une fausse manœuvre d'un cariste. Pour le projet cité plus haut, les caractéristiques préconisées de cette version dans ses deux variantes K14 et K25 ont été respectivement :
  – pression du réseau respectivement : 5 bars et 8,6 bars ;
  – débit des têtes respectivement : 400 et 450 litres/minute ;
  – une double réserve d'eau de 120 minutes (≈ 1 000 m^3) ;
  – deux groupes motopompes de 450 m^3/h ;
  – un réseau d'alimentation en eau enterré et complètement bouclé ;
  – un toit compatible (pente, matériaux, types d'exutoires, etc.).

L'eau utilisée peut être directement celle issue du réseau local de distribution, mais dans certains cas il est possible d'y mêler des adjuvants comme des produits moussants ou des antigel.

16.3 Les différents types de têtes

Là encore de nombreuses variantes existent :

- les têtes à étriers ou à ampoules (voir figure 24.5) ;
- les têtes de type « pendant » ou « debout » ;
- les têtes correspondant à des débits différents (ajutage allant de 10 à 20 mm) ;
- les têtes à jets multiples ;
- les têtes murales ;
- les têtes antigel ;
- les têtes répondant à un certain souci esthétique (notamment pour des bureaux), modèles fixes ou escamotables.

Le type de tête est choisi en fonction des risques à couvrir et des dispositions du stockage.

La température de déclenchement est, elle aussi, un paramètre à fixer. La couleur des ampoules indique la température de déclenchement. Par exemple, une ampoule orange déclenche à 57° alors qu'une rouge ne déclenchera qu'à 68°. Il existe, pour des cas très spéciaux, des ampoules étalonnées jusqu'à 343°. Les autres systèmes de déclenchement possèdent eux aussi le code de couleurs.

La densité des têtes en surface est un nouveau paramètre à fixer. Cette densité dépend de la classe de risque ; elle peut aller d'une tête pour 9 m^2 jusqu'à une tête pour 16 m^2.

Le nombre de nappes doit également être défini.

Tous ces paramètres ne sont pas uniquement fixés par des règles techniques. Le montant des risques à couvrir et le montant des primes correspondantes sont à prendre en compte.

Pour illustrer ce propos, voici un exemple récent. Il s'agit d'un important magasin de stockage en palettier et de préparation de commandes d'articles de bureau, 15 000 m^2, dernier plan de pose à 7,50 mètres. L'assureur a fixé le taux de calcul de prime d'assurance à 0,045 % de la valeur du stock pour une seule nappe de sprinkleur au plafond, et un taux de 0,037 % si une nappe intermédiaire était installée. Il est apparu clairement que le pay-back de cette seconde nappe était si long que cette nappe n'a jamais vu le jour.

16.4 Le choix d'un type de système et de têtes

Le choix d'un système se fera à partir de critères concernant le bâtiment et de critères concernant la nature des produits stockés.

Le critère essentiel touchant au bâtiment est la hauteur, hauteur du sommet de la charge la plus haute et hauteur du plafond.

En ce qui concerne les produits stockés, il s'agit de définir la classe de risques. Cette dernière dépend de la nature des produits et de leur mode de stockage.

L'APSAD classe ainsi la nature des produits :

Risques à faible potentiel calorifique (RFPC)	Cette rubrique ne concerne pas les activités industrielles
Risques courants (RC à RC 3S)	Cette rubrique concerne le stockage de produits pratiquement incombustibles, par exemple les pièces métalliques
Risques très dangereux (RTD A à RTD B4)	Cette rubrique concerne le stockage de produits combustibles, notamment le stockage de palettes bois
Risques spéciaux (RS)	Cette rubrique concerne le stockage de produits très combustibles ou instables à la chaleur, par exemple huiles, alcools, aérosols, etc.

Les modes de stockage considérés sont les suivants, du moins dangereux au plus dangereux :

- gerbage sans palette (ce qui limite l'arrivée d'oxygène) ;
- gerbage sur palette ;
- stockage en palettier ;
- stockage par accumulation, drive-in, drive-through et gravitaire (ce qui limite l'arrivée des eaux d'extinction).

De son côté, Factory Mutual System, reconnu comme l'un des plus grands spécialistes mondiaux de l'incendie et de sa protection, classe de façon simplifiée, les risques de la façon suivante :

Classe	Définition	Exemples
I	Produits essentiellement incombustibles, en cartons légers, sur palettes bois	Verre, métaux, céramique
II	Mêmes produits que ci-dessus mais en plus grande quantité et/ou dans des conditionnements plus combustibles	Emballages renforcés, carton ondulé
III	Produits combustibles emballés dans des matériaux ou conteneurs combustibles, sur des palettes bois, avec peu de matières plastiques	Articles en bois, en cuir, certains aliments
IV	Articles des classes I, II ou III mais avec une présence considérable de matières plastiques dans le produit lui-même, dans le conditionnement ou dans les palettes.	Matériel de bureautique, produits bruns, etc.
Stockage à haut risque	Produits ne rentrant pas dans les classes ci-dessus.	Aérosols, plastiques, alcools, etc.

17. Les consignes de sécurité

L'article 27 de la circulaire de 4 février 1987 impose d'établir « les consignes de sécurité que le personnel doit respecter ainsi que les mesures à prendre en cas d'incident grave ou d'accident ».

Il impose également de porter ces consignes à la connaissance de l'ensemble du personnel, avec des rappels réguliers, notamment par voie d'affichage dans des lieux régulièrement fréquentés.

Ces consignes doivent traiter :

- le cas d'un incendie (n° de téléphone interne à composer, conseils d'utilisation des extincteurs, attitude à prendre en cas de dégagement de fumée, interdiction d'emprunter ascenseurs ou monte-charge, n° d'appel de l'équipe extérieure de secours, etc.) ;
- le cas d'accident (n° de téléphone interne à composer, conseils divers) ;
- l'évacuation (rappel du signal donnant l'ordre d'évacuation, direction dans laquelle l'on doit se diriger, désignation du lieu de rassemblement, etc.).

Les ergonomes conseillent de faire le plus grand usage de pictogrammes qui sont le moyen le plus sûr et le plus rapide de donner un maximum d'informations, particulièrement en période de stress, pour autant que les figurines soient bien choisies et sans ambiguïté.

Les affiches rappelant ces consignes doivent être accompagnées d'un plan d'évacuation.

18. LE TRANSPORT

18.1 La responsabilité

Les dirigeants de plates-formes logistiques doivent se souvenir que les chargeurs sont en partie responsables du transport. En fonction du mode de transport choisi, les expéditions doivent respecter la réglementation.

18.2 La circulation dans l'entreprise

L'arrêté du 26 avril 1996, article R237-1 du Code du travail, exige l'établissement d'un protocole de sécurité dans le cadre des opérations de chargement et de déchargement.

Ce document doit être établi (ou complété) et remis à chaque chauffeur pénétrant pour la première fois sur un site donné. Pour les transporteurs habituels, ce document doit être remis à jour chaque année. Il doit indiquer les trajets à emprunter, la vitesse limite autorisée et des extraits du règlement intérieur (introduction de boissons alcoolisées, interdiction de fumer, etc.).

Les deux documents INRS ED 715 et ED 800 donnent d'excellents conseils sur le sujet.

18.3 Le transport par route des matières dangereuses

En ce qui concerne le transport par route, c'est l'ADR (Accord européen sur le transport routier des matières dangereuses) qui fixe les règles. L'édition du 5 décembre 2002 définit les différentes dispositions relatives aux produits, en fonction du code ONU : les quantités autorisées, les étiquettes de danger correspondantes, la catégorie de transport.

L'ADR distingue les classes de marchandises dangereuses suivantes :

Classes	Définitions
1	Matières et objets explosibles
2	Gaz
3	Liquides inflammables
4.1	Matières solides inflammables, matières autoréactives et matières explosibles désensibilisées solides
4.2	Matières sujettes à l'inflammation spontanée
4.3	Matières qui, au contact de l'eau, dégagent des gaz inflammables
5.1	Matières comburantes
5.2	Peroxydes organiques
6.1	Matières toxiques
6.2	Matières infectieuses
7	Matières radioactives
8	Matières corrosives
9	Matières et objets dangereux divers

L'ADR définit aussi des emballages différents en fonction de la nature des produits expédiés :

Groupes d'emballage	Définitions
I	Matières très dangereuses
II	Matières moyennement dangereuses
III	Matières faiblement dangereuses

Un document de transport est exigible pour tout transport de matières dangereuses lorsque les quantités limites sont dépassées. Des modèles types peuvent être utilisés mais tout document (bons de sortie d'usine, feuille de livraison, lettre de voiture, bordereau de suivi de déchets, documents d'accompagnement d'explosifs ou alcool de bouche) peut en tenir lieu pourvu qu'il contienne les énonciations requises par le règlement, qu'il soit daté et signé de l'expéditeur et qu'il lui soit porté ou annexé l'engagement de l'expéditeur quant à l'article 5 de l'arrêté ADR en trafic intérieur.

Chaque expédition doit être accompagnée de la fiche de sécurité ou des consignes de sécurité.

- La fiche de sécurité est obligatoire pour chaque matière transportée, pour chaque numéro ONU et chaque groupe d'emballage.
- Les transports de matières dangereuses en colis doivent donner lieu à l'établissement de consignes de sécurité destinées à être remises au conducteur pour se trouver dans la cabine de conduite en prévision de tout accident ou incident.
- Ces consignes, établies par matière ou classe de matières, précisent notamment les coordonnées de l'expéditeur ou du service de sécurité à alerter si nécessaire. Elles doivent préciser le nom des matières, les classes, la nature des dangers, les codes de danger, les codes de matières et, s'il y a lieu, le symbole de danger à apposer sur le véhicule, la protection individuelle de base ainsi que les coordonnées du préposé à la sécurité (voir plus ci-dessous).

Les obligations du chargeur lors d'une remise de matières dangereuses sont les suivantes :

- identifier la marchandise et la classer selon la nature et les niveaux de danger ;
- utiliser les types d'emballages préconisés, agréés ou imposés par le règlement ;
- étiqueter les colis avant leur remise au transporteur ;
- établir et remettre au transporteur la déclaration de chargement ;
- remettre au conducteur la fiche ou la consigne de sécurité correspondant au produit ;
- vérifier que le véhicule mis à sa disposition est conforme ;
- s'assurer que le conducteur est habilité à effectuer le transport.

Les obligations du transporteur lors de cette remise sont les suivantes :

- réclamer à l'expéditeur tous les renseignements relatifs à l'identification du produit ;
- mettre à disposition du client un véhicule et un conducteur apte au transport ;

- caler et arrimer le chargement à bord du véhicule ;
- vérifier l'équipement du véhicule ;
- respecter les interdictions de chargement en commun et les limitations de charge éventuelles ;
- apposer les panneaux de signalisation du véhicule ;
- afficher de manière visible de l'extérieur dans la cabine de conduite la fiche ou les consignes de sécurité.

18.4 Les autres modes de transport

Chaque mode de transport a sa propre réglementation, ainsi il existe une réglementation pour :

- le transport aérien (IATA) qui impose des contraintes draconiennes, notamment depuis les attentats des *Twin Towers* (zone de rétention sécurisée avant le chargement, scrutation des colis aux rayons X, etc.) ;
- le transport par fer ;
- le transport par voie fluviale ;
- le transport maritime.

18.5 Le responsable sécurité

À partir du 1er janvier 2001, les entreprises concernées doivent désigner un ou plusieurs conseillers à la sécurité pour le transport de matières dangereuses. Cette obligation s'applique à toutes les entreprises stockant et réalisant des transports de matières dangereuses pour leur compte ou pour le compte d'autrui, ainsi qu'aux entreprises réalisant les opérations de chargement et de déchargement liées à ces transports.

Les fonctions de conseiller peuvent être exercées soit par :

- le chef d'entreprise ;
- un salarié de l'entreprise spécialement affecté à cette tâche ou l'assumant de façon complémentaire à une autre fonction ;
- ou une personne extérieure à l'entreprise, à la condition qu'elle soit en mesure d'accomplir les tâches correspondantes et d'en assumer les responsabilités. L'ensemble de ces conditions sont vérifiées par des audits deux fois par an lorsque l'entreprise fait appel à un conseiller extérieur.

La mission du conseiller est de prévenir les risques liés aux opérations de chargement et de déchargement des véhicules dans l'enceinte de l'entreprise. Le conseiller doit être titulaire d'un certificat de qualification délivré à l'issue d'un examen agréé national.

La validité du certificat délivré par le CIFMD (Comité Interprofessionnel pour le développement de la Formation dans le transport des Marchandises Dangereuses) peut être globale ou spécifique à un mode particulier de transport et à une ou des classes de matières. L'identité du conseiller sécurité de l'entreprise doit être communiquée au préfet de département dont ressort l'entreprise.

Le préposé à la sécurité est contraint de suivre une formation tous les ans, en raison des modifications annuelles de la réglementation. De même, les préparateurs, tous les employés au contact de ces marchandises doivent obligatoirement suivre une formation quant à leur manipulation.

« À titre d'information, les manquements à la réglementation du transport routier de matières dangereuses sont passibles de contraventions de 5e classe sanctionnées par des amendes d'au plus 1 500 €. Le chargeur doit se tenir informé des dispositions applicables à ces produits et il doit veiller au respect de l'ensemble des dispositions. De même, la non-qualification d'un proposé à la sécurité implique une amende de 30 000 €.

19. Le dossier de demande d'autorisation

19.1 Le rôle du dossier

Ce dossier, à présenter à la préfecture, doit être rédigé par un spécialiste. Il ne peut pas être finalisé, au plus tôt, avant la fin de l'APS, du fait des renseignements qu'il doit contenir. Si l'on ne veut pas trop rallonger le planning du projet, il conviendra de l'établir, si possible, en parallèle de l'APS ou de l'APD. Ce document est indispensable pour obtenir l'autorisation d'exploiter qui est, elle-même, indispensable pour obtenir le permis de construire (article 5 de la loi du 19 juillet 1976).

19.2 Le contenu du dossier

À titre d'exemple, pour bien mesurer l'étendue du travail nécessaire pour élaborer un tel document voici son sommaire :

- Lettre de demande d'autorisation.
- Description de l'installation :
  - présentation de la société (généralités, historique, personnel, …) ;
  - emplacement de l'établissement (situation géographique, localisation, voies de circulation et d'accès, abords, …) ;
  - description détaillée des bâtiments et des installations ;
  - nature et volumes des activités exercées.
- Étude d'impact :
  - résumé de l'installation ;
  - état initial (localisation, occupation des sols, flore et faune, état de référence climatique, qualité de l'air, qualité de l'eau, environnement sonore) ;
  - effets directs et indirects sur le site et le paysage ;
  - effets directs et indirects sur l'air ;
  - effets directs et indirects sur l'eau (consommation, utilisation, évacuation des eaux usées et pluviales) ;

  – effets directs et indirects sur le bruit (niveau limite de bruit, localisation des sources sonores, niveaux sonores ambiants) ;
  – effets directs et indirects sur le trafic routier ;
  – étude concernant les déchets (identification des sources, gestion des déchets) ;
  – investissements pour l'environnement.
- Étude de dangers :
  – généralités ;
  – identification des risques ;
  – incendie au niveau des stockages (naissance d'un incendie, développement et propagation, rayonnement thermique, risques liés aux chargeurs de batteries, risques liés à la foudre) ;
  – pollution accidentelle (de l'air, de l'eau) ;
  – mesures préventives et moyens de protection (implantation, construction et aménagement, équipements, exploitation, prévention des risques, dispositions diverses et autres mesures) ;
  – moyens de secours (privés, schéma d'alerte, publics).
- Notice d'hygiène et de sécurité :
  – dispositions générales (effectifs, horaire de travail, affichage, registre) ;
  – hygiène (installations sanitaires, aération, assainissement, ambiance thermique, éclairage, ambiance sonore, repas) ;
  – sécurité (machines et appareils, appareils de levage, installations électriques, matériels de sécurité, organisation médicale) ;
- Annexes :
  – extrait du POS ;
  – données climatologiques locales ;
  – coordonnées des collecteurs et éliminateurs de déchets ;
  – fiches de données de sécurité ;
  – plan au 1/25000e ;
  – plan au 1/2000e ;
  – plan au 1/500e.

Ce simple sommaire montre l'étendue du travail à fournir.

20. Les équipes de secours

La fonction de sécurité est une obligation du Code du travail Livre II, Titre III, article 233-1 et suivants. Il est également imposé que le chef du service sécurité soit directement rattaché à la direction de l'établissement.

Des spécialistes des sapeurs-pompiers conseillent l'organisation suivante :

- un encadrement composé du chef de service sécurité ;
- un responsable de l'équipe ou du service incendie ;

- un responsable chargé de la mise à l'abri des personnes ;
- une équipe d'intervention, elle-même répartie en cinq groupes :
  – un groupe de première intervention, réparti dans toutes les unités de l'établissement ;
  – une équipe de deuxième intervention, constituée par des membres du service entretien ou des services généraux, et appelée à la rescousse quand le premier groupe ne suffit plus en nombre ou en compétence ;
  – des secouristes brevetés et régulièrement réentraînés ;
  – des guides d'évacuation choisis parmi la hiérarchie, chefs de services, cadres, agents de maîtrise ou chefs d'équipes ;
  – une équipe de surveillance, et éventuellement de gardiennage, qui effectuera des rondes de surveillance et une permanence au point fixe.

C'est à l'encadrement de ce service que revient la responsabilité de l'élaboration des consignes de sécurité, de la constitution des plans d'évacuation, de l'organisation des exercices d'alerte, de la demande d'audit, de l'établissement des plans de formation.

Ce travail sera d'autant plus efficace qu'il sera mené en étroite collaboration avec les spécialistes des sapeurs-pompiers.

21. Les audits

Certaines sociétés qui s'attachent à atteindre l'excellence ont décidé de se remettre en cause tous les six mois ou tous les ans. Pour cela, elles mettent en place une procédure d'audit. Une fois sur deux il s'agit d'un audit interne ; la seconde fois, il est fait appel à un expert extérieur.

Cette pratique, qui peut paraître *a priori* dispendieuse, semble à l'expérience s'avérer très efficace et finalement peu coûteuse. En effet, il est moins difficile de se maintenir régulièrement à niveau que d'être obligé, quelquefois sous la contrainte, à des remises à niveau drastiques. L'audit d'un site où l'on est resté vigilant ne demande guère plus d'une journée. Ce qui vient d'être dit est d'autant plus vrai pour tout ce qui touche à la sécurité.

22. Les textes réglementaires

22.1 Les principaux textes législatifs et réglementaires français

Texte	Sujet
Loi n° 76-663 du 19 juillet 1976	Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE)
Décret n° 77-1133 du 21 septembre 1977 modifié	Décret d'application

…/…

.../...

Texte	Sujet
Arrêté du 31 mars 1980	Réglementation des installations électriques dans les sites classés
Décret 88-622 du 6 mai 1988	Obligation d'un POI et d'un PPI pour les sites dits « Seveso »
Directive 82/501/CEE du 24 juin 1982 dite « Seveso »	Réglementation communautaire concernant les sites classés ICPE
Circulaire du 4 février 1987	Réglementation des entrepôts couverts existants
Décret n° 92-646 du 7 juillet 1992	Définition de la « Nouvelle nomenclature »
Décret n° 93-1412 du 29 décembre 1993	Définition de la « Nouvelle nomenclature »
Décret n° 94-484 du 9 juin 1994	Définition de la « Nouvelle nomenclature »
Décret n° 97-116 du 26 novembre 1997	Définition de la « Nouvelle nomenclature »
Arrêté ministériel du 1er mars 1993 décret 93-742	Réglementation concernant la pollution des eaux, notamment le rejet des eaux d'extinction d'incendie
Arrêté du 21 février 1990	Étiquetage et emballage des matières dangereuses
Arrêté du 25 novembre 1993	Étiquetage et emballage des matières dangereuses
Arrêté du 5 mai 1995	Étiquetage et emballage des matières dangereuses
Circulaire du ministère du Travail DRT 94/14 du 22 novembre 1994	Définition de la Fiche de Données de Sécurité (FDS)
Circulaire du 21 juin 2000	Réglementation des sites existants (Autorisation)
Arrêté ministériel du 5 janvier 1993 modifié par l'arrêté du 9 novembre 2004 (article 231 – 53 du Code du travail)	Nouvelle définition de la Fiche de Données de Sécurité (FDS)
RTMDR Règlement routier Français	Version française de l'ADR (Accord européen réglementant le transport international des Matières Dangereuses)
Décret n° 94-609 du 13 juillet 1994	Gestion des déchets industriels, notamment d'emballage
Arrêté du 5 août 2002 (JO du 1er janvier 2003)	Prévention des sinistres dans les entrepôts couverts soumis à autorisation sous la rubrique 1510
Décret du 31 mars 2005 (directive 98/34/CE)	Obligation de tenir à jour un carnet de maintenance pour les appareils de levage
Document technique D9 septembre 2001 (en révision en 2005)	Guide pratique pour le dimensionnement des besoins en eau d'extinction pour la défense extérieure contre l'incendie
Document technique D9A août 2004	Guide pratique pour le dimensionnement des rétentions des eaux d'extinction pour la défense extérieure contre l'incendie

22.2 Les textes européens

Texte	Sujet
89/392/CEE, 91/368/CEE, 93/44/CEE, 93/68/CEE	Directives machines
89/655/CEE du 30 novembre 1989	Prescriptions minimales de sécurité et de santé pour les travailleurs
prEN 528	Transtockeurs - Sécurité

.../...

.../...

prEN 616 à 620	Équipements et systèmes de manutention. Prescriptions spécifiques de sécurité
Divers	Directives sur des points particuliers comme les arrêts d'urgence, etc.

22.3 Les textes de l'APSAD

Texte	Sujet
R1	Extinction automatique à eau de type sprinkleur
R2	Extinction automatique à Halon 1301
R3	Extinction automatique à CO_2
R4	Extincteurs mobiles
R5	Robinets d'incendie armés
R6	Service de sécurité incendie
R7	Détection automatique d'incendie
R8	Service de gardiennage et de surveillance incendie
R9	Rideaux d'eau (drenchers)
R11	Abonnement prévention conseil incendie
R12	Extinction automatique à mousse
R13	Extinction automatique à gaz inerte
R14	Dispositions constructives
R15	Ouvrages séparatifs coupe-feu
R16	Portes coupe-feu
R17	Exutoires de fumée et de chaleur
R31	Télésurveillance vol/incendie
R55	Détection d'intrusion. Risques professionnels

Toutes ces règles sont éditées par le CNPP où il est possible de se les procurer.

22.4 Les textes des CRAM

Texte	Sujet
SP 1007 CRAM Rhône-Alpes	Sécurité sur les transtockeurs dans les magasins de grande capacité (ce texte date un peu, 1975, mais il a été l'un des premiers sur le sujet)
Recommandations R366 et 367	Conduite de chariots automoteurs à conducteurs accompagnants
Recommandation R389	Conduite de chariots automoteurs à conducteurs portés
Divers	Sur des sujets particuliers

22.5 Les textes de l'INRS

Les textes de l'INRS ne sont pas mentionnés ici car, malgré le nom de cet institut, ils débordent très largement du cadre strict de la sécurité.

La liste des textes qui concernent le stockage et les équipements associés sont indiqués dans la bibliographie.

22.6 Les textes des organismes professionnels

Texte	Sujet
SIMMA	Sécurité dans l'utilisation des rayonnages
Divers	Sur des sujets particuliers

25
Proposition d'audit de sécurité

1. Méthode proposée

La méthode proposée consiste à vérifier, sujet par sujet, que le site répond bien aux exigences des diverses réglementations ou recommandations. Chaque sujet fait l'objet d'une fiche récapitulative. Ces fiches ont été établies pour faciliter la tâche du responsable. Elles n'ont pas la prétention d'être exhaustives d'autant que les réglementations sont en perpétuelle évolution.

Elles demandent à être personnalisées en fonction des particularités de chaque site ; tous n'abritent pas des produits inflammables ou des matières dangereuses.

Les différents sujets abordés sont :

- le site et le bâtiment en général
- la sécurité incendie
- le stockage
- les palettiers et le sol
- les chariots
- la salle de charge batteries
- les systèmes automatiques
- le personnel.

Nota : pour un audit plus détaillé de la sécurité, se reporter à l'ouvrage, Optimisez votre plate-forme logistique, Michel Roux et Tong Liu, Éditions d'Organisation.

2. Les fiches guides

Les huit fiches qui suivent sont pratiquement « prêtes à l'emploi ».

Les rubriques peuvent mériter un satisfecit ou au contraire exiger une action de remise à niveau qu'il faudra sans doute détailler sur une feuille séparée.

Légende OK : aucune remarque particulière
NOK : non-conformité constatée
SO : sans objet en l'occurrence

AUDIT DE SÉCURITÉ DU MAGASIN. Unité : ....

Fiche 1

Questions concernant : LE SITE ET LE BÂTIMENT

Date : ....

POINTS OBSERVÉS :

- ❑ Contrôle d'accès .... OK / NOK / SO
- ❑ Gardiennage .... OK / NOK / SO
- ❑ État des bassins de confinement... OK / NOK / SO
- ❑ Issues de secours, répartition, balisage, accessibilité.............. OK / NOK / SO
- ❑ Informations des visiteurs extérieurs .... OK / NOK / SO
- ❑ Éclairage de sécurité... OK / NOK / SO
- ❑ Organisation des circulations, tracé, pancartage, rambardes .... OK / NOK / SO
- ❑ Largeurs d'allées.. OK / NOK / SO
- ❑ Trousses de première urgence, brancard, infirmerie .... OK / NOK / SO
- ❑ Tenue du registre des contrôles de sécurité............................ OK / NOK / SO
- ❑ .... OK / NOK / SO

Intervenants :

Direction générale : ....

Direction logistique : ....

Responsable sécurité : ....

Responsable magasin : ....

....

Auditeur extérieur : ....

Action : .... Responsable : ....Date début : ....Durée estimée :.............

Action : .... Responsable : ....Date début : ....Durée estimée :.............

Action : .... Responsable : ....Date début : ....Durée estimée :.............

Action : .... Responsable : ....Date début : ....Durée estimée :.............

AUDIT DE SÉCURITÉ DU MAGASIN. Unité : ....

Fiche 2

Questions concernant : LA SÉCURITE INCENDIE

Date : ....

POINTS OBSERVÉS :

- ❑ Affichage du plan d'évacuation .... OK / NOK / SO
- ❑ Affichage des consignes... OK / NOK / SO
- ❑ Existence des extincteurs, nombre,
  date de la dernière vérification .... OK / NOK / SO
- ❑ État du RIA, dernier essai .... OK / NOK / SO
- ❑ État du système sprinkleur, dernière visite de contrôle .... OK / NOK / SO
- ❑ Libre circulation dans toutes les allées.................................... OK / NOK / SO
- ❑ Gestion appropriée de tous les déchets combustibles .... OK / NOK / SO
- ❑ Fonctionnement des portes coupe-feu .... OK / NOK / SO
- ❑ Stockage des palettes vides.. OK / NOK / SO
- ❑ Dernier exercice d'évacuation le.. OK / NOK / SO
- ❑ Dernier entraînement sur feu réel le .... OK / NOK / SO

Intervenants :

Direction générale : ....

Direction logistique : ....

Responsable sécurité : ....

Responsable magasin : ....

....

Auditeur extérieur : ....

Action : .... Responsable : ....Date début : ....Durée estimée : ....

Action : .... Responsable : ....Date début : ....Durée estimée : ....

Action : .... Responsable : ....Date début : ....Durée estimée : ....

Action : .... Responsable : ....Date début : ....Durée estimée : ....

AUDIT DE SÉCURITÉ DU MAGASIN. Unité : ....

Fiche 3

Questions concernant : LE STOCKAGE

Date : ....

POINTS OBSERVÉS :

- ❑ Niveau d'éclairement .... OK / NOK / SO
- ❑ Respect des hauteurs maximales de gerbage autorisées .... OK / NOK / SO
- ❑ Dispositions adéquates concernant les matières dangereuses .... OK / NOK / SO
- ❑ Dispositions adéquates concernant les produits inflammables .... OK / NOK / SO
- ❑ Dispositions adéquates concernant les aérosols...................... OK / NOK / SO
- ❑ Dispositions adéquates concernant l'incompatibilité avec l'eau .... OK / NOK / SO
- ❑ Dispositions concernant la cohabitation des piétons et des engins .... OK / NOK / SO
- ❑ Stabilité des charges .... OK / NOK / SO
- ❑ Qualité des palettes.. OK / NOK / SO

.... OK / NOK / SO

.... OK / NOK / SO

Intervenants :

Direction générale : ....

Direction logistique : ....

Responsable sécurité : ....

Responsable magasin : ....

....

Auditeur extérieur : ....

Action : .... Responsable : ....Date début : ....Durée estimée : ....

Action : .... Responsable : ....Date début : ....Durée estimée : ....

Action : .... Responsable : ....Date début : ....Durée estimée : ....

Action : .... Responsable : ....Date début : ....Durée estimée : ....

AUDIT DE SÉCURITÉ DU MAGASIN. Unité : ....

Fiche 4

Questions concernant : LES SOLS ET LES PALETTIERS

Date : ....

POINTS OBSERVÉS :

- ❑ État du sol dans les allées, dégradations, fissures, affaissements.. OK / NOK / SO
- ❑ État général du palettier, dernière visite semestrielle de contrôle le.. OK / NOK / SO
- ❑ Affichage de la charge maximale admissible par alvéole .... OK / NOK / SO
- ❑ État des échelles, traces de chocs, verticalité .... OK / NOK / SO
- ❑ Hauteur des échelles de rive... OK / NOK / SO
- ❑ État des lisses, traces de coups, fléchissement permanent ...... OK / NOK / SO
- ❑ Présence des clavettes de sécurité .... OK / NOK / SO
- ❑ État des butées arrière.. OK / NOK / SO
- ❑ Glissière de sécurité dans les allées de circulation................. OK / NOK / SO
- ❑ Protection des pieds d'échelles dans les allées de service ...... OK / NOK / SO
- ❑ Grillage de protection arrière .... OK / NOK / SO
- ❑ État des platelages sur passages piétons .... OK / NOK / SO

Intervenants :

Direction générale : ....

Direction logistique : ....

Responsable sécurité : ....

Responsable magasin : ....

....

Auditeur extérieur : ....

Action : .... Responsable : ....Date début : ....Durée estimée : ....

Action : .... Responsable : ....Date début : ....Durée estimée : ....

Action : .... Responsable : ....Date début : ....Durée estimée : ....

AUDIT DE SÉCURITÉ DU MAGASIN. Unité : ....

Fiche 5

Questions concernant : LES CHARIOTS

Date : ....

POINTS OBSERVÉS :

❑ Tenue du carnet individuel d'entretien.................................... OK / NOK / SO

❑ Tenue du registre de sécurité .... OK / NOK / SO

❑ Visites hebdomadaires.. OK / NOK / SO

❑ Dernière visite semestrielle le.. OK / NOK / SO

❑ Dernière visite annuelle le.. OK / NOK / SO

❑ Prise en compte des anomalies constatées............................. OK / NOK / SO

❑ Existence de l'extincteur (Zones de produits inflammables) ..... OK / NOK / SO

❑ .... OK / NOK / SO

❑ .... OK / NOK / SO

Intervenants :

Direction générale : ....

Direction logistique : ....

Responsable sécurité : ....

Responsable magasin : ....

....

Auditeur extérieur : ....

Action : .... Responsable : ....Date début : ....Durée estimée :............

Action : .... Responsable : ....Date début : ....Durée estimée :............

Action : .... Responsable : ....Date début : ....Durée estimée :............

Action : .... Responsable : ....Date début : ....Durée estimée :............

Action : .... Responsable : ....Date début : ....Durée estimée :............

AUDIT DE SÉCURITÉ DU MAGASIN. Unité : ....

Fiche 6

Questions concernant : LA SALLE DE CHARGE BATTERIES

Date : ....

POINTS OBSERVÉS :

❑ Volume de confinement des eaux.. OK / NOK / SO

❑ Installation électrique pour atmosphère explosible................. OK / NOK / SO

❑ Fonctionnement de la porte coupe-feu.................................. OK / NOK / SO

❑ État de la ventilation.. OK / NOK / SO

❑ Présence des extincteurs appropriés...................................... OK / NOK / SO

❑ .... OK / NOK / SO

❑ .... OK / NOK / SO

❑ .... OK / NOK / SO

Intervenants :

Direction générale : ....

Direction logistique : ....

Responsable sécurité : ....

Responsable magasin : ....

....

Auditeur extérieur : ....

Action : .... Responsable : ....Date début : ....Durée estimée : ....

Action : .... Responsable : ....Date début : ....Durée estimée : ....

Action : .... Responsable : ....Date début : ....Durée estimée : ....

Action : .... Responsable : ....Date début : ....Durée estimée : ....

Action : .... Responsable : ....Date début : ....Durée estimée : ....

AUDIT DE SÉCURITÉ DU MAGASIN. Unité : ....

Fiche 7

Questions concernant : LES SYSTÈMES AUTOMATIQUES

Date : ....

POINTS OBSERVÉS :

❑ Mise en conformité de toute l'installation notamment .... OK / NOK / SO

❑ Protection contre les mises en marche intempestives.............. OK / NOK / SO

❑ Cartérisation des éléments dangereux..................................... OK / NOK / SO

❑ Interdiction d'accès aux équipements automatiques
(TSK, robots, etc.) .... OK / NOK / SO

❑ Dernière visite de contrôle le.. OK / NOK / SO

❑ .... OK / NOK / SO

❑ .... OK / NOK / SO

❑ .... OK / NOK / SO

Intervenants :

Direction générale : ....

Direction logistique : ....

Responsable sécurité : ....

Responsable magasin : ....

....

Auditeur extérieur : ....

Action : .... Responsable : ....Date début : ....Durée estimée : ....

Action : .... Responsable : ....Date début : ....Durée estimée : ....

Action : .... Responsable : ....Date début : ....Durée estimée : ....

Action : .... Responsable : ....Date début : ....Durée estimée : ....

Action : .... Responsable : ....Date début : ....Durée estimée : ....

AUDIT DE SÉCURITÉ DU MAGASIN. Unité : ....

Fiche 8

Questions concernant : LE PERSONNEL

Date : ....

POINTS OBSERVÉS :

- ❑ Délivrance des autorisations de conduite aux caristes, visite médicale .... OK / NOK / SO
- ❑ Distribution des consignes de sécurité aux postes concernés .... OK / NOK / SO
- ❑ Équipements de protection, chaussures, casques, gants, lunettes… .... OK / NOK / SO
- ❑ Formation aux postures de manutention .... OK / NOK / SO
- ❑ Formation à la prévention des accidents .... OK / NOK / SO
- ❑ Formation des secouristes .... OK / NOK / SO
- ❑ Formation à la lutte anti-incendie .... OK / NOK / SO
- ❑ .... OK / NOK / SO

Intervenants :

Direction générale : ....

Direction logistique : ....

Responsable sécurité : ....

Responsable magasin : ....

....

Auditeur extérieur : ....

Action : .... Responsable : ....Date début : ....Durée estimée : ....

Action : .... Responsable : ....Date début : ....Durée estimée : ....

Action : .... Responsable : ....Date début : ....Durée estimée : ....

Action : .... Responsable : ....Date début : ....Durée estimée : ....

Action : .... Responsable : ....Date début : ....Durée estimée : ....

Partie 7

Améliorer une unité de stockage

26

Méthode d'amélioration rapide d'un entrepôt

Cette méthode est comparable à celle proposée pour l'audit de sécurité. Elle s'appuie sur des fiches guides prêtes à être utilisées même si elles restent à personnaliser en fonction des particularités du site.

Beaucoup de magasins existants ne sont pas aussi performants qu'ils pourraient l'être. Cette partie propose une action courte qui doit améliorer sensiblement l'efficacité, dans l'esprit du Kaizen (philosophie de l'amélioration permanente), sans remettre fondamentalement en cause les bâtiments et installations existants. La méthode empruntera l'itinéraire suivant : rationalisation du stock, optimisation des trajets et enfin, si besoin est, automatisation. Une synthèse, sous forme de fiches, aidera une mise en œuvre claire et rapide des actions proposées.

Nota : pour un audit complet du centre de distribution, se reporter à l'ouvrage, *Optimisez votre plate-forme logistique*, Michel Roux et Tong Liu, Éditions d'Organisation.

1. Initialisation du projet

Cette première étape est essentielle même si elle est de très courte durée. Elle va d'abord montrer à tous l'engagement de la direction de l'entreprise. Elle va permettre ensuite à tous les présents de se connaître, si ce n'était pas le cas déjà, et de savoir précisément ce que l'on attend de chacun d'eux. En dehors de la direction et des conseils extérieurs, les acteurs peuvent se classer en trois catégories :

- le comité de pilotage qui sera peu sollicité mais qui apportera la critique lors des étapes de validation qui seront en fait des revues de projets,
- les correspondants qui devront fournir les données nécessaires à l'étude,
- et l'équipe de projet proprement dite composée de deux ou trois personnes proches du magasin actuel.

Cette réunion fixera enfin les dates des objectifs.

2. Rationalisation du stock

2.1 Analyse de l'existant et « nettoyage »

Si cet exercice n'a pas été pratiqué dans les douze derniers mois, on sera surpris de voir combien le magasin abrite de références qui n'ont plus rien à y faire. Si le magasin n'est bien sûr pas responsable du contenu du stock, c'est par contre lui qui pâtit d'un stock mal géré : emplacements pris par des références « ventouses », augmentation inutile des trajets, nécessité de faire appel à des magasins de débordement, etc.

Cette analyse ne pourra pas s'effectuer sans la présence des responsables de la gestion des stocks et de la direction commerciale.

2.2 « Juste à temps »

Sans tomber dans les excès que toute mode provoque, il y a lieu de réfléchir, à cette étape, à toutes les références qui pourraient ne pas passer par le magasin en gérant plus finement les délais d'approvisionnement et le partenariat avec fournisseurs et clients.

S'il s'agit de matières premières ou de composants destinés à la fabrication, le service achats et la production devront participer à la réflexion. Pour les produits finis, ce sont les directions commerciale et marketing qui seront sollicitées.

2.3 Spécialisation retardée

Si certains articles peuvent n'être personnalisés qu'au moment de quitter le magasin, le nombre de références en stock diminuera d'autant. De plus comme les marges de sécurité ne se multiplieront plus, à qualité de service égale, le volume du stock baissera. Pour exploiter cette possibilité, encore faut-il qu'elle n'entraîne pas un surcoût supérieur aux économies envisagées.

2.4 Autres évolutions

L'équipe de projet, dans ses interviews des correspondants, notera bien toutes les évolutions, en cours ou programmées, qui pourraient avoir une influence sur le contenu du magasin ou sur ses flux d'entrée et de sortie. Ces changements peuvent être de tout ordre. Il peut s'agir de la décision de vendre à travers un réseau de grossistes, ce qui changera fondamentalement la morphologie des commandes à livrer. Cela peut être le déménagement d'un client important, etc. Chaque société possède sa propre originalité, l'équipe de projet devra faire preuve d'imagination et de perspicacité.

3. La validation des données

Cette seconde réunion avec le comité de pilotage va permettre de bien fixer, devant tout le monde, les données du problème. Il est bien rare que, à cette occasion, les dirigeants ne découvrent pas une face cachée de leur entreprise. L'équipe de projet pourra, après cette validation (ou correction) des données, commencer son travail de conception sans arrière-pensée.

4. Optimisation des trajets

4.1 Suppression des tâches inutiles

La première façon de gagner du temps est de ne pas en perdre. Cette étape va permettre de recenser tout ce qui n'apporte pas une certaine valeur ajoutée. On s'intéressera, en particulier, à tous les trajets à vide des hommes et des engins et à toutes les opérations qui sont faites en double, voire plus. Il peut s'agir de ressaisies au clavier, de transferts intermédiaires, de contrôles redondants, etc.

4.2 Zonage ABC

Le stock étant maintenant épuré, il devient possible d'effectuer un nouveau classement de Pareto. Chaque classe sera traduite en volume de stockage. À chacun de ces volumes on affectera une zone du magasin, à la classe A la zone d'accès le plus rapide et ainsi de suite. Cette opération doit déjà apporter une amélioration appréciable.

4.3 Ordonnancement des trajets

Cette réflexion doit aboutir à la définition des tournées de picking. Dans un premier temps, il faut déterminer la fréquence de constitution des tournées. Plus la fréquence sera faible plus l'optimisation pourra être efficace. Dans un deuxième temps, on précisera comment enchaîner, de façon optimale, les déplacements élémentaires des tournées constituées. La dernière étape établira s'il est possible de créer des cycles combinés et, si oui, comment. Cela vaut pour les magasiniers à pied, les chariots ou les transtockeurs.

5. Mécanisation et automatisation

Toutes les réflexions précédentes ont amené des améliorations sans aucun investissement. C'est bien dans cet ordre qu'il faut procéder, sinon on risquerait, par exemple, d'automatiser des tâches inutiles.

5.1 Nouveaux matériels

Les recherches dans cette rubrique peuvent concerner des équipements complètement nouveaux, ou seulement des fonctions optionnelles à monter sur du matériel existant dans le parc actuel. Parmi ces dernières, on peut citer les dispositifs de filoguidage ou de positionnement automatique des fourches sur des chariots. Ces accessoires peuvent diminuer, de façon sensible, les temps d'accès.

Un nouvel équipement peut être, par exemple, un chariot de préparation à haute ou moyenne levée qui va permettre de faire du picking sur plusieurs niveaux du palettier. Ce nouveau chariot supprimera un mouvement de palette sur deux.

5.2 Informatisation

Si le site étudié est déjà équipé d'un logiciel de gestion du magasin, les réflexions porteront sur l'aide qu'il apporte dans la gestion des adresses physiques et l'ordonnancement des missions des magasiniers.

Si le magasin n'est pas informatisé, il est certain qu'il y a là un grand gisement de productivité à explorer. Le cycle, dans ce cas, sera : analyse précise des besoins, rédaction d'un cahier des charges de consultation et lancement de l'appel d'offres.

5.3 Les terminaux mobiles

Pouvoir recevoir des instructions et pouvoir rendre compte de leur bonne exécution sans se déplacer va permettre de gagner un temps considérable. Le traitement des anomalies pourra aussi s'effectuer sans parcours inutile. Des gains encore plus notables seront enregistrés lors du contrôle de l'inventaire, surtout si les terminaux sont doublés d'un système d'identification automatique.

Tous ces gains seront chiffrés.

Il est à noter que les terminaux mobiles peuvent aussi bien équiper des chariots, quel qu'en soit le type, que des magasiniers à pied.

5.4 L'identification automatique

La réflexion portera successivement sur le codage des articles, des documents et enfin des gisements de stockage. Là aussi tous les gains de temps seront estimés, gains directs par suppression des saisies manuelles et gains indirects par l'amélioration de la qualité.

6. Prise de décisions

Toutes les pistes explorées, notamment celles qui conduisent à des investissements, donneront lieu à la présentation, devant le comité de pilotage, de deux montants :

celui des économies espérées et celui des coûts de la mise en place de la solution préconisée.

Le comité de pilotage décidera des actions à mener. Un budget final sera établi à partir des prix élémentaires présentés, ainsi que le calendrier des opérations.

7. Les fiches guides

Quinze fiches sont proposées dans les pages qui suivent. Chacune d'entre elles correspond à une étape, réunion ou phase de réflexion, de l'étude d'amélioration du magasin.

Bien sûr ces fiches peuvent ou doivent être personnalisées en fonction du site où elles seront appliquées. Elles n'ont pas d'autre ambition que de minimiser le vertige de la page blanche pour une équipe de projet à ses débuts.

La seconde fiche correspond à une action de formation, ou au moins de sensibilisation. Cette étape peut faire gagner un temps précieux pour la suite des opérations en rappelant les grands concepts du magasinage, en donnant à tous les participants une vue de l'éventail des offres disponibles sur le marché et en étant certain que les membres de l'équipe de projet utiliseront un vocabulaire commun.

Si besoin en était, ces fiches pourraient être multipliées en décomposant plus finement les tâches.

PROJET D'AMÉLIORATION DU MAGASIN. Unité : ....

Fiche 1

OBJECTIF : **Initialisation du projet**

Tâche : constituer l'équipe de projet. Lancer le projet Date : ....

CONTENU :

- Informer les acteurs concernés de l'objectif visé du lancement de l'action.
- Constituer l'équipe de projet, désigner les intervenants et les correspondants.
- Préciser les missions des intervenants.
- Annoncer les questions qui seront posées aux correspondants.
- Mettre en place un comité de pilotage.
- Décider de la nécessité d'une sensibilisation ou action de formation.
- Définir un calendrier.
- ....

Intervenants :

Direction générale :...

Direction industrielle : ....

Direction commerciale :..

Direction informatique : ....

Direction logistique : ....

Contrôle de gestion : ....

Responsable magasin : ....

Chef de projet :...

....

Conseil extérieur : ....

Durée : ....Date début : ....Date fin : ....

PROJET D'AMÉLIORATION DU MAGASIN. Unité : ....

Fiche 2

OBJECTIF : **Sensibilisation / Formation**

Tâche : donner ou rappeler les grands principes Date : ....

CONTENU :

- La gestion de stocks.
- La gestion de magasin.
- La production en « juste à temps ».
- Le classement ABC.
- La transitique.
- L'identification automatique.
- Acquérir un vocabulaire commun.
- ....
- ....

Intervenants :

Chef de projet :..

Équipe de projet : ....

....

....

Responsable magasin : ....

Exploitants :...

....

....

....

Conseil extérieur : ....

Durée : .... Date début : .... Date fin : ....

PROJET D'AMÉLIORATION DU MAGASIN. Unité : ....

Fiche 3

OBJECTIF : **Rationalisation du stock**

Tâche : analyse de l'existant Date : ....

CONTENU :

- Analyser le contenu du stock pendant les treize derniers mois.
- Définir les saisonnalités.
- Analyser les mouvements.
- Effectuer un classement ABC des mouvements.
- Rechercher les références mortes.
- Décider de leur sort (solde, dégriffage, riblonage, etc.).
- Calculer les volumes du stock vivant à conserver.
- ....
- ....

Intervenants :

Chef de projet :..

Équipe de projet : ....

....

Gestion des stocks :...

Direction commerciale :..

Correspondants : ....

....

....

....

Conseil extérieur : ....

Durée : ....Date début : ....Date fin : ....

PROJET D'AMÉLIORATION DU MAGASIN. Unité : ....

Fiche 4

OBJECTIF : **Rationalisation du stock**

Tâche : réflexion sur le juste à temps Date : ....

CONTENU :

- Analyser le flux entrant.
- Définir les références qui pourraient arriver directement en production.
- Définir les références qui pourraient être commandées plus tard.
- Analyser le flux sortant.
- Définir les références qui pourraient partir directement de la production.
- Quantifier les volumes et les flux modifiés.
- ....
- ....
- ....

Intervenants :

Chef de projet : ....

Équipe de projet : ....

....

Production :

Direction commerciale : ....

Service achats : ....

Correspondants : ....

....

....

Conseil extérieur : ....

Durée : .... Date début : .... Date fin : ....

PROJET D'AMÉLIORATION DU MAGASIN. Unité : ....

Fiche 5

OBJECTIF : **Rationalisation du stock**

Tâche : réflexion sur la spécialisation retardée Date : ....

CONTENU :

- Rechercher les références susceptibles d'une spécialisation retardée.
- Définir les volumes et les flux correspondants.
- Concevoir les moyens à mettre en œuvre.
- Dimensionner surfaces, équipements et temps nécessaires.
- Estimer les coûts correspondants.
- Chiffrer les gains potentiels.
- ....
- ....
- ....

Intervenants :

Chef de projet :...

Équipe de projet : ....

....

....

Correspondants : ....

....

....

....

....

Conseil extérieur : ....

Durée : .... Date début : .... Date fin : ....

PROJET D'AMÉLIORATION DU MAGASIN. Unité : ....

Fiche 6

OBJECTIF : **Rationalisation du stock**

Tâche : réflexion sur les évolutions prévisibles Date : ....

CONTENU :

- Déterminer les prévisions de hausse ou baisse d'activité à terme.
- Déterminer les changements d'activité à terme, en entrée et en sortie.
- Tenir compte des délocalisations éventuelles de production.
- Enquêter sur la délocalisation de clients importants.
- Quantifier les répercussions sur le magasin.
- ....
- ....
- ....
- ....

Intervenants :

Chef de projet :..

Équipe de projet : ....

....

....

Correspondants : ....

....

....

....

....

Conseil extérieur :

Durée : .... Date début : .... Date fin : ....

PROJET D'AMÉLIORATION DU MAGASIN. Unité : ....

Fiche 7
OBJECTIF : **Validation des données**
Tâche : fixer les bases de l'étude des mesures à prendre   Date : ....

CONTENU :

- Présenter le résultat des réflexions précédentes au comité de pilotage.
- Commenter les hypothèses retenues.
- Préconiser des actions.
- Décider des valeurs à prendre en compte pour la suite.
- ....
- ....
- ....
- ....
- ....

Intervenants :

Chef de projet :..

Équipe de projet : ....

....

....

Comité de pilotage : : ....

....

....

....

....

Conseil extérieur : ....

Durée : .... Date début : .... Date fin : ....

PROJET D'AMÉLIORATION DU MAGASIN. Unité : ....

Fiche 8

OBJECTIF : **Optimisation des mouvements**

Tâche : recenser les mouvements inutiles Date : ....

CONTENU :

- Identifier les mouvements dus à la non qualité.
- Lister tous les trajets à vide des magasiniers.
- Lister tous les trajets à vide des engins.
- Répertorier les tâches susceptibles d'être effectuées en heures creuses.
- Analyser les tâches redondantes (doubles saisies, doubles contrôles, etc.)
- ....
- ....
- ....
- ....

Intervenants :

Chef de projet : ....

Équipe de projet : ....

....

....

Chef du magasin : ....

Exploitants : ....

....

....

....

Conseil extérieur : ....

Durée : .... Date début : .... Date fin : ....

PROJET D'AMÉLIORATION DU MAGASIN. Unité : ....

Fiche 9

OBJECTIF : **Optimisation des mouvements**

Tâche : effectuer le zonage ABC Date : ....

CONTENU :

- Affiner le classement ABC des mouvements pour les références épurées.
- Définir le volume de chaque classe.
- Zoner le magasin en surface et temps d'accès.
- Affecter les zones magasin aux classes.
- ....
- ....
- ....
- ....
- ....

Intervenants :

Chef de projet : ....

Équipe de projet : ....

....

....

Chef du magasin : ....

Exploitants : ....

....

....

....

Conseil extérieur : ....

Durée : ....Date début : ....Date fin : ....

PROJET D'AMÉLIORATION DU MAGASIN. Unité : ....

Fiche 10

OBJECTIF : **Optimisation des mouvements**

Tâche : ordonner les déplacements Date : ....

CONTENU :

- Choisir la périodicité optimale de constitution des tournées.
- Trouver les lois de constitution des tournées (zones, moyens, etc.).
- Élaborer l'algorithmique d'optimisation des trajets unitaires d'une tournée.
- Convertir des cycles simples en cycles combinés.
- ....
- ....
- ....
- ....
- ....

Intervenants :

Chef de projet : ....

Équipe de projet : ....

....

....

Chef du magasin : ....

Exploitants : ....

....

....

....

Conseil extérieur : ....

Durée : .... Date début : .... Date fin : ....

PROJET D'AMÉLIORATION DU MAGASIN. Unité : ....

Fiche 11

OBJECTIF : **Automatisation**

Tâche : amélioration des équipements Date : ....

CONTENU :

- Vérifier l'adéquation des équipements existants aux missions attendues.
- Analyser les performances actuelles et celles que l'on pourrait attendre.
- Etudier les apports d'un nouveau type de matériel (haute levée, etc.).
- Etudier l'apport de fonctions nouvelles (filoguidage, approche automatique).
- ....
- ....
- ....
- ....

Intervenants :

Chef de projet : ....

Équipe de projet : ....

....

....

Chef du magasin : ....

Exploitants : ....

....

....

....

Conseil extérieur : ....

Durée : .... Date début : .... Date fin : ....

PROJET D'AMÉLIORATION DU MAGASIN. Unité : ....

Fiche 12

OBJECTIF : **Automatisation**

Tâche : étudier le logiciel de gestion du magasin Date : ....

CONTENU :

- Analyser le logiciel existant, s'il en existe déjà un.
- Établir le cahier des charges s'il n'y a pas de logiciel existant.
- Porter son attention sur les points suivants :
  - analyse ABC permanente,
  - affectation automatique des adresses banalisées,
  - optimisation des tournées,
  - gestion possible de terminaux radio,
  - connectivité aux systèmes existants.
- ....

Intervenants :

Chef de projet : ....

Équipe de projet : ....

....

....

Direction informatique : ....

Chef du magasin : ....

....

....

....

Conseil extérieur : ....

Durée : .... Date début : .... Date fin : ....

PROJET D'AMÉLIORATION DU MAGASIN. Unité : ....

Fiche 13

OBJECTIF : **Automatisation**

Tâche : étudier l'opportunité de terminaux mobiles Date : ....

CONTENU :

- Quantifier les économies en temps et en déplacements par :
  - la réception directe des instructions,
  - le traitement des anomalies en temps réel,
  - les conduites des inventaires.
- Vérifier la faisabilité de la mise en place.
- Estimer les coûts.
- ....
- ....
- ....

Intervenants :

Chef de projet : ....

Équipe de projet : ....

....

....

Direction informatique : ....

Chef du magasin : ....

....

....

....

Conseil extérieur : ....

Durée : ....Date début : ....Date fin : ....

PROJET D'AMÉLIORATION DU MAGASIN. Unité : ....

Fiche 14

OBJECTIF : **Automatisation**

Tâche : étudier l'apport de l'identification automatique Date : ....

CONTENU :

- Examiner le codage des articles.
- Étudier le codage des documents.
- Analyser l'étiquetage des adresses de stockage.
- Évaluer les gains attendus en :
  - productivité dans les préparations,
  - amélioration de la qualité,
  - conduite des inventaires.
- Chiffrer l'investissement.
- ....

Intervenants :

Chef de projet : ....

Équipe de projet : ....

....

....

Direction informatique : ....

Chef du magasin : ....

....

....

....

Conseil extérieur : ....

Durée : .... Date début : .... Date fin : ....

PROJET D'AMÉLIORATION DU MAGASIN. Unité : ....

Fiche 15

OBJECTIF : **Conclusion**

Tâche : validation du rapport final et décisions Date : ....

CONTENU :

- Présenter le rapport final au comité de pilotage.
- Commenter les préconisations.
- Décider des actions à mener.
- Établir un budget.
- Établir un calendrier prévisionnel.
- ....
- ....
- ....
- ....

Intervenants :

Chef de projet : ....

Équipe de projet : ....

....

....

Comité de pilotage : ....

Chef du magasin : ....

....

....

....

Conseil extérieur : ....

Durée : .... Date début : .... Date fin : ....

Partie 8

Changer de site

27

LE TRANSFERT D'ENTREPÔT

1.1 REMARQUE LIMINAIRE

A la suite d'une augmentation significative de l'activité et / ou d'un pressant besoin de rationalisation, le magasin ou le centre de distribution existant doit être réétudié. Souvent une des conclusions de l'étude sera qu'il faut changer de bâtiment, voire migrer vers un nouveau site.

La conception du nouvel établissement mobilise toutes les énergies et, très souvent, l'importance du transfert des marchandises depuis le site existant vers le nouveau en est occultée. Le manque de préparation qui découle de ce manque d'attention a déjà conduit de grandes sociétés à de graves difficultés et certaines PME au bord de la faillite.

La préparation du déménagement d'un entrepôt d'un certain volume est un véritable projet à l'intérieur du grand projet qu'est la création de la nouvelle installation.

1.2 LES DIFFICULTÉS DE L'OPÉRATION

Le transfert d'un magasin présente de nombreuses difficultés qu'il convient d'explorer pour y trouver des parades. Les principaux problèmes à résoudre sont les suivants :

- l'absolue nécessité de poursuivre l'activité
- l'obligation de connaître à tout moment la localisation de chaque référence
- l'exigence de deux ou trois inventaires, à la décision de transférer, au départ de l'ancien site et à l'arrivée au nouveau
- les remises en cause et changements de toutes sortes
- le besoin de formations complémentaires pour le personnel
- le surcroît momentané d'activité
- le temps imparti
- le déverminage de la nouvelle installation
- la réutilisation éventuelle d'équipements existants
- les contraintes des systèmes informatiques
- le choix des bonnes unités d'œuvre

1.3 La poursuite de l'activité

Si l'entrepôt est d'une certaine taille, il est vain de vouloir effectuer le transfert pendant une période de congés à moins que celle-ci dure tout un mois, ce qui devient de plus en plus rare. Il va donc falloir poursuivre l'activité commerciale, accueillir les livraisons des fournisseurs et assurer les expéditions vers les clients, pendant la période du transfert.

Cette nécessité de garantir la continuité du service pose de multiples questions au responsable :

- A partir de quelle date dois-je faire livrer telle référence sur le nouveau site ?
- Où se trouve, à ce moment précis où je prépare une commande, la référence que désire mon client ?
- Si la référence correspondant à une ligne de commande a déjà été transférée alors qu'une autre référence correspondant à une autre ligne de la même commande attend encore son déménagement, dois-je faire deux expéditions et pratiquement doubler mes frais de transport ? Dois-je consolider la commande sur le nouveau site ou sur l'ancien ? Ou dois-je attendre un peu que la seconde référence ait rejoint la précédente ?
- Pour éviter ce genre de dilemme dois-je disposer des références aux deux endroits ? Pour toutes ? Au moins pour les plus courantes ?

1.4 Le suivi des références

Le maintien de l'activité implique qu'à tout moment l'on puisse savoir où se trouve telle référence. Est-elle encore à son ancienne place ? Est-elle en instance de chargement ? Est-elle dans le camion ? Est-elle en instance de casage ? Est-elle à sa nouvelle adresse ?

Il est essentiel d'effectuer ce suivi, ce tracking, pour pouvoir répondre à une commande urgente, pour contrôler l'avancement du transfert et pour maîtriser les inventaires.

Ce suivi précis exige à la fois de la rigueur et l'utilisation d'outils informatiques adaptés. L'usage de ces outils réclame à son tour du personnel qui sache s'en servir. Peut-être même faudra-t-il instaurer un système d'identification automatique dédié. Le rôle du ou des logiciels de gestion d'entrepôt sera essentiel dans ce suivi.

1.5 Les inventaires

1.5.1 L'inventaire initial

Une opération de transfert est l'occasion rêvée pour « faire un peu de ménage ». Ne serait-il pas dommage de déplacer des biens devenus inutiles (références mortes, équipements hors d'usage, conditionnements obsolètes, etc.) pour aller encombrer la nouvelle installation ?

Il est recommandé d'analyser le stock et de décider de la purge qui s'en suivra avant même la rédaction du cahier de charges du déménagement, c'est-à-dire environ 6 mois avant le début du transfert. Il serait judicieux, en effet, que l'appel d'offres contienne les bonnes données (nombre exact de références et volumes correspondants).

1.5.2 L'inventaire de départ

Quel que soit le responsable chargé du transfert, il est nécessaire de vérifier que rien ne s'est égaré ou « évaporé » pendant l'opération ; un inventaire devra donc être conduit avant le départ des marchandises.

Pour éviter des écarts d'inventaire qui ne seraient pas de la responsabilité des « déménageurs » cet inventaire devrait avoir lieu le plus tard possible. Comme un inventaire est toujours une action longue et méticuleuse une première difficulté sera d'insérer cette tâche parmi beaucoup d'autres.

Une seconde difficulté vient du fait que, pour être crédible aux yeux des deux parties, le responsable du stock et le « déménageur », ce comptage devra être conduit de façon contradictoire et non par la seule équipe de déménagement.

1.5.3 L'inventaire d'arrivée

L'inventaire d'arrivée va servir à vérifier les trois points suivants :

- que ce qui a quitté l'ancien site est bien arrivé sur le nouveau
- que l'intégrité des biens a été respectée
- que les bonnes références se trouvent au bon emplacement

Autant l'inventaire de départ doit être exhaustif, autant l'inventaire d'arrivée peut s'effectuer par sondage. L'échantillonnage peut se moduler en fonction des classes de rotation ou mieux en fonction de la valeur marchande des références. Les valeurs de l'échantillon peuvent être choisies en s'inspirant de celles couramment utilisées par les qualiticiens.

Par exemple l'on pourra contrôler 20 % des références les plus chères, 10 % des références suivantes et 5 % des références les moins chères.

Si le taux d'erreurs constatées est important (supérieur à 1 %), il y aura lieu de lancer une enquête et de procéder à un contrôle plus sévère.

1.6 Les changements

1.6.1 Le changement de lieu

Le changement le plus évident est bien sûr le changement de lieu. S'il s'agit seulement d'un changement de bâtiment sur un même site, la difficulté ne sera pas bien grande. Cela demandera la découverte de la nouvelle disposition, des utilités (tableaux électriques, commande du chauffage, etc.). Le déménagement n'exigera

pas de véhicules aptes à emprunter le réseau routier, ce qui peut, dans certains cas, faciliter les choses.

Un changement de site, surtout si la distance entre l'ancien et le nouveau dépasse plusieurs kilomètres ou dizaines de kilomètres, va entraîner, cette fois, des difficultés beaucoup plus importantes. C'est ce second cas qui sera étudié par la suite.

À la découverte du nouveau bâtiment, il faut ajouter la présence souhaitable de l'encadrement simultanément sur les deux sites, or ce dernier n'a pas le don d'ubiquité. Il sera donc très sollicité.

Ce changement de lieu peut également désorganiser la vie personnelle d'une partie des magasiniers : changement des moyens de transport, trajets domicile – travail plus longs pouvant entraîner des démissions ou des changement de résidence, etc. Ces problèmes personnels seront à résoudre pendant la période peu favorable où toutes les énergies devront être mobilisées.

Par contre, la distance séparant les deux sites n'a que peu d'influence sur le transport. En effet, les temps de chargement et de déchargement des camions sont proportionnellement beaucoup plus importants que les quelques kilomètres à parcourir en plus ou en moins.

1.6.2 Le changement d'adresse

Les fournisseurs vont devoir changer leurs habitudes et surtout leurs transporteurs. Quel que puisse être le soin apporté au mailing annonçant le changement d'adresse, il faut s'attendre à une période où les retards de livraison seront plus nombreux que d'habitude.

Cette difficulté sera d'autant plus grande que l'on souhaite faire livrer certaines références à l'ancienne adresse et d'autres à la nouvelle en augmentant ainsi le risque de confusion.

Le risque est encore plus important en ce qui concerne les clients si le centre dispose d'un service au comptoir. Si la distance est peu importante, il y aura une période de flottement, si elle est trop grande sans doute ces clients changeront de fournisseur.

1.6.3 Le changement d'organisation

Il est bien rare qu'un nouveau site soit une simple reconduite du précédent, un simple « copier coller ». De nombreuses améliorations vont apparaître : gestion banalisée des emplacements, zonage ABC, organisation en « Pick and pack » et / ou en « Pick to light », apparition d'un système transitique, utilisation de terminaux radio, saisie vocale, etc.

La planification du transfert devra prévoir une période d'adaptation pour que le personnel d'exploitation se familiarise avec ces nouveaux modes de fonctionnement.

A un changement d'organisation va vraisemblablement correspondre l'apparition de nouvelles zones et à des dispositions relatives différentes des références.

Les nouvelles zones peuvent correspondre à un atelier de préparation de PLV, un atelier dédié au traitement des flux de pointe, un atelier de conditionnement des commandes à l'export et la surface de rétention associée, etc.

1.6.4 Le changement de conditionnement

Un changement de site est aussi souvent l'occasion de remettre en cause certains conditionnements. Par exemple, pour des articles au détail, des composants électroniques ou des pièces de rechange de diverses natures, l'on abandonnera les cartons fournisseurs pour adopter des bacs plastiques, plus propres, de taille uniforme, plus facile à convoyer et à stocker.

Il faudra donc prévoir une opération de « dépotage » à synchroniser avec les inventaires et les transferts.

1.6.5 Un nouveau système d'identification

La mise en place d'une identification des documents, des articles, des N° de lot, des adresses de gisement va impliquer aussi des changements d'habitude par l'apparition de nouvelles procédures et l'utilisation de nouveaux outils, lecteurs codes à barres et terminaux radio.

Un temps d'apprentissage sera là aussi nécessaire.

1.7 Les formations complémentaires

Les changements évoqués ci-dessus vont certainement entraîner l'utilisation de nouveaux outils : chariots préparateurs grande hauteur, système transitique, logiciels de gestion d'entrepôt, systèmes d'identification automatique, terminaux radio, etc.

Il va donc être indispensable de former le personnel à ces nouveaux outils. Cette formation devra être planifiée judicieusement, ni trop tôt pour que l'oubli n'ait pas le temps de faire son œuvre, ni trop tard pour que cette formation ne se télescope pas avec les opérations de transfert proprement dites.

Ces formations devront être proposées aux trois catégories suivantes de personnel : l'encadrement, les exploitants et les agents de maintenance. Elles devront être adaptées aux fonctions de chacun.

Il ne faut pas craindre que certaines formations soient basiques comme celle de l'usage d'un clavier. Il serait dommage qu'une appréhension irraisonnée prive le magasin de la compétence d'un vieux compagnon.

Si des membres de l'équipe de déménageurs doivent utiliser du matériel spécifique (e. g. : chariots grande hauteur en allées étroites ou réseau transitique), il faudra que ceux-ci ne soient pas oubliés dans les plans de formation.

1.8 Le surcroît d'activité

1.8.1 Les flux supplémentaires

Prenons comme hypothèse que l'entrepôt contienne l'équivalent de deux mois d'activité (valeur fréquemment rencontrée) et que la durée prévue du transfert soit d'un mois (durée qu'il n'est pas recommandé de dépasser). L'activité des deux sites va se trouver pratiquement triplée. A l'activité quotidienne habituelle il faut en effet ajouter les flux du transfert. Ces flux correspondent aux sorties de l'ancien site et aux entrées sur le nouveau site ; ils sont presque l'équivalent de deux jours de l'activité quotidienne[1]. Ce surcroît d'activité concerne bien sûr non seulement les manutentionnaires et caristes mais aussi le personnel administratif chargé des saisies des mouvements d'entrée et de sortie et les inventoristes.

À ces flux supplémentaires, s'ajoutent bien sûr les tâches éventuelles de changement de conditionnement et d'étiquetage.

1.8.2 L'encadrement nécessaire

L'une des difficultés majeures à résoudre concerne l'encadrement des équipes. Le problème est spatio-temporel. Les deux sites seront en exploitation simultanément et si l'on veut que la période transitoire ne dure pas trop longtemps, les temps de travail devront être singulièrement rallongés, heures de nuit et week-ends compris.

C'est cette difficulté qui milite le plus en faveur d'une période de transfert courte. C'est aussi elle qui pousse à faire appel à des ressources extérieures dont la qualification est avérée.

1.8.3 L'appel à des ressources extérieures

Même si la tentation est forte de vouloir faire réaliser le transfert par les propres équipes du magasin, cela n'est à l'évidence guère possible pour des raisons, à la fois, d'effectifs, de compétences et souvent de moyens.

Les besoins d'assistance concernent aussi bien les renforts humains que l'apport de matériels spécifiques ou complémentaires.

Le surcroît d'activité exige un renforcement des équipes en nombre toujours mais aussi quelquefois en compétence. Par exemple, tous les entrepôts à déménager ne possèdent pas, dans leurs équipes, des chauffeurs poids lourds. Il existe encore beaucoup d'entrepôts qui ne sont pas encore informatisés ; les logiciels dont disposent certains déménageurs industriels seront alors les bienvenus, etc.

Enfin, il existe un réel « savoir-déménager » qui permet d'obtenir des performances que n'atteindraient pas des magasiniers même confirmés. Concevoir et mettre en

1. Au mieux, l'on peut estimer que le transfert d'une référence équivaut à la préparation d'une ligne de commande client dont le nombre d'articles est égale au nombre d'articles restant en stock.

place une signalétique provisoire propre au transfert est moins évident qu'il n'y paraît de prime abord.

Au chapitre des matériels, l'on peut trouver des véhicules légers ou des poids lourds, des moyens de manutention, des matériels dédiés comme des rolls, des armoires sur roulettes, des conteneurs pour des articles fragiles ou des matières dangereuses, etc. qui ne sont pas d'un usage courant dans l'entrepôt.

Il est à noter que certains constructeurs de chariots de manutention se font un devoir d'aider leurs clients et proposent de mettre à la disposition de ceux-ci des moyens supplémentaires pour des opérations ponctuelles comme un déménagement. Il s'agit de location courte durée d'un montant généralement très abordable.

Comme il serait déraisonnable de confier la réalisation d'un sol destiné à l'évolution de chariots grande hauteur en allées étroites à une entreprise traditionnelle de génie civil plutôt qu'à un dallagiste professionnel, il serait déraisonnable de faire appel à une entreprise générale de déménagement alors qu'il existe des déménageurs industriels spécialisés dans le transfert d'entrepôts.

Ces spécialistes se sont regroupés dans l'Association Française du Déménagement d'Entreprises, AFDE, qui fait partie de la Chambre syndicale du déménagement. Une visite de leur site Internet www.csdemenagement.fr pourra répondre à bon nombre de questions.

1.9 Le temps imparti au transfert

Les difficultés évoquées ci-dessus sont autant de motivations pour que la période de transfert soit la plus courte possible ce qui va aggraver la surcharge momentanée de travail des différentes équipes.

Pour que l'opération soit rondement menée l'organisation et la planification devront être parfaites et les ressources extérieures auxquelles il sera fait appel devront avoir un professionnalisme vérifié.

Il est recommandé que la durée totale de l'opération ne dépasse pas le mois.

1.10 Le déverminage de la nouvelle installation

Si la nouvelle installation est dotée de systèmes transitiques comme des transtockeurs, des armoires rotatives, des carrousels, des réseaux de convoyeurs pour la préparation de commandes et les logiciels associés, il n'est pas raisonnable d'espérer que ces différents systèmes offrent la disponibilité contractuelle dès les premiers jours d'exploitation.

De cela il faut tirer plusieurs conclusions :

- insister pour que tous les essais possibles soient effectués avant que les matériels ou les logiciels ne quittent la plate-forme du fournisseur même si malheureusement de nombreux industriels estiment encore (ou font semblant d'estimer) que le temps passé en essai est du temps perdu

- prévoir dans le planning une période de rodage qui doit permettre d'obtenir une disponibilité compatible avec une exploitation quasi normale
- tenir compte des aléas potentiels dans l'estimation des tâches de casage aux nouvelles adresses

1.11 La réutilisation d'équipements existants

Dans certains changements de sites il peut s'avérer intéressant de récupérer du matériel existant : chariot, équipements de stockage, casiers ou palettiers, voire éléments de transitique.

Avant de prendre la décision de réutiliser du matériel existant ou d'investir dans du matériel neuf, il faudra s'assurer que le matériel concerné est bien aux normes du jour (elles changent si fréquemment !) et que les frais de démontage, transport et remontage ne sont pas égaux ou même supérieurs aux coûts d'achat d'un matériel neuf compte tenu éventuellement des frais de remise en état et de mise en conformité.

L'analyse de faisabilité devra bien tenir compte du fait que le surcroît d'activité provoqué par le transfert va très certainement demander des équipements de manutention supplémentaires ; il faudra donc louer ou emprunter ce matériel.

Si la décision de réutiliser du matériel de stockage est pertinente, l'organisation du transfert devra tenir compte de cette contrainte supplémentaire : libération des équipements, stockage provisoire des biens concernés, démontage des équipements, transfert, transport, remontage, remise en état éventuelle (peinture, étiquetage, etc.) avant la réutilisation.

1.12 Les contraintes des systèmes informatiques

Plusieurs cas peuvent se présenter :

- le site actuel n'est pas informatisé et le site futur ne le sera pas non plus
- le site actuel n'est pas informatisé mais le site futur le sera
- le site actuel est informatisé et le site futur disposera du même logiciel de gestion d'entrepôt (WMS)
- le site actuel est informatisé mais le site futur disposera d'un autre WMS

Dans le premier cas, même si l'on peut regretter que le nouvel investissement n'ait pas laissé de place à un élément aussi important, il sera judicieux de choisir un déménageur qui possède son propre logiciel pour gérer convenablement le transfert.

Dans le deuxième cas, la planification devra prendre en compte les temps de saisie de la base de données articles et données logistiques, du déverminage et de la formation du personnel concerné pour que le WMS soit parfaitement opérationnel avant le début du transfert physique. C'est ce logiciel qui, notamment, proposera les adresses de stockage optimales pour chacune des références en fonction de tous les critères qui auront été choisis : taux de rotation, taille, poids, statut, etc.

Si le site actuel ne possède pas de WMS peut-être dispose-t-il d'un logiciel de gestion des stocks et / ou de gestion commerciale. Dans cette hypothèse, sans doute pourra-t-on transférer tout ou partie des fichiers de la base articles. Créer, ou même seulement compléter, une base de données demande beaucoup de temps. Ce travail doit être réalisé par l'équipe d'exploitation et non par le personnel de l'éditeur de logiciel. Il est en effet obligatoire que l'exploitant s'approprie ce nouvel outil d'autant plus que les éditeurs de logiciels refusent presque systématiquement d'effectuer ce travail. Chaque arrivée d'une référence sur le nouveau site sera traitée comme la livraison d'une commande inconnue.

Le troisième cas est certainement le plus simple à gérer surtout si le WMS en question a la particularité d'être multi-site. A chaque transfert physique correspondra un transfert informatique. L'inventaire informatique sera en permanence à jour.

Dans le dernier cas, il sera peut-être possible de recopier la base de données articles et données logistiques, mais cela présentera sans doute pas mal de difficultés. Chaque sortie de l'ancien site sera à saisir sur l'ancien WMS comme le service d'une ligne de commande client fictive et chaque entrée sur le nouveau site sera considérée comme la livraison d'une commande fournisseur, tout aussi fictive.

Il faut aussi s'attendre à ce que l'éditeur éconduit fasse preuve d'une certaine mauvaise humeur et qu'il ne soit pas très coopératif en cas de demande de modifications ou même d'informations.

1.13 Le choix des bonnes unités d'œuvre

Pour pouvoir estimer la charge de travail correspondant au déménagement, il convient de dimensionner les flux et pour cela il faut choisir les bonnes unités de mesure. Si cela peut paraître évident à certains, cela ne l'est pas forcément pour d'autres.

Si l'on doit mouvementer des palettes, aucune difficulté car tout le monde sait ou peut savoir le temps nécessaire au déplacement d'une palette. Le problème est tout autre quand il s'agit de produits stockés en vrac au sol ou d'articles stockés sur des étagères en casiers. Dans ce cas les deux notions sont à prendre en compte : le nombre de références et le volume de chacune.

Si les références occupent les mêmes positions relatives dans l'ancien et le nouveau site, il est possible de trouver un compromis en utilisant la notion de mètre linéaire d'étagère.

1.14 Le cahier des charges d'un transfert

1.14.1 La norme

La norme française NF X 50-815 d'avril 1998 se propose d'être une « aide à l'élaboration du cahier des charges et des solutions techniques » dans le cadre d'un « déménagement d'entreprise ».

Ce document d'une petite vingtaine de pages présente la démarche à suivre lors d'un appel d'offre.

1.14.2 Les rubriques essentielles

Le cahier des charges d'un déménagement d'entrepôt doit traiter des points suivants :

- la description des biens à transférer
  - nombre de références
  - types de conditionnement, familles logistiques
  - nature des biens, statuts (composants électroniques, matières dangereuses, etc.)
- la quantité de biens à transférer
- la description du site actuel
  - situation
  - implantation
  - organisation
  - modes de stockage
  - modes de manutention
  - système d'information
  - type d'identification
- la description du nouveau site
  - situation
  - implantation
  - organisation
  - modes de stockage
  - modes de manutention
  - système d'information
  - type d'identification
- description des opérations supplémentaires
  - changement de conditionnement, dépotage
  - étiquetage
- déplacement éventuel d'équipements de stockage pour réutilisation
- le traitement des informations, WMS
- contexte du déménagement
  - dates probable du début du transfert
  - conditions d'accès au site (badge, uniformes, etc.)
  - règlement intérieur du site
  - respect des règles de sécurité, co-activités
  - gardiennage
  - accès possible aux commodités (sanitaires, vestiaires, restauration d'entreprise, etc.)
  - horaires et jours d'exploitation
  - horaires et jours libres pour le déménagement
- démontage des anciens équipements non récupérés
- remise en ordre de l'ancien site, nettoyage
- modalités des inventaires
  - au départ
  - à l'arrivée
  - pénalités encourues en cas d'erreurs, de pertes, de dégradations

- obligation d'assurance
- interlocuteur en cas de demande de renseignements complémentaires
- modalités de visite des sites
- clauses commerciales
  - conditions de paiement
  - modes de paiement
  - pénalités de retard
- clauses juridiques
- date de remise de l'offre
- cadre de réponse
- questionnaire
  - expérience de déménagements comparables
  - organisation envisagée
  - constitution de l'équipe
  - qualification de l'équipe
  - description des moyens à mettre en œuvre
  - planning proposé

1.15 Le planning d'un transfert

1.15.1 Le choix des références prioritaires

Commencer le transfert par les références qui ont le taux de rotation le plus faible paraît être de loin la meilleure solution. Si la règle ABC est vérifiée (c'est le cas pour l'immense majorité des magasins), les références de la classe « C » représentent 50 % du stock (donc des volumes à déménager) mais seulement 5 % des mouvements.

Le transfert de ces références va donc représenter plus de la moitié du travail à effectuer car ces références seront stockées aux adresses les moins facilement accessibles, tout au fond du magasin et tout en haut des palettiers.

Cette première phase va permettre d'analyser et de corriger les causes d'erreurs toujours possibles (erreurs de casage, erreurs de saisie, etc.). Si ces erreurs devaient se produire celles-ci ne mettraient en péril que 5 % de l'activité commerciale. Cette phase va permettre également à l'équipe chargée du transfert de se familiariser avec le nouveau site et éventuellement avec les nouveaux équipements ainsi qu'avec le nouveau logiciel de gestion d'entrepôt.

Et ce sont des équipes parfaitement rodées, avec des processus déverminés qui vont s'attaquer aux références les plus vivantes et donc les plus stratégiques au plan commercial.

1.15.2 La préparation

Il est sage de prévoir un temps de préparation de l'ordre de 5 à 6 mois pour le déménagement d'un entrepôt d'une certaine taille. Le détail des opérations à effectuer donné ci-après montre que ce délai n'est pas exagéré. Un transfert est une opération trop importante pour prendre le risque de la bâcler.

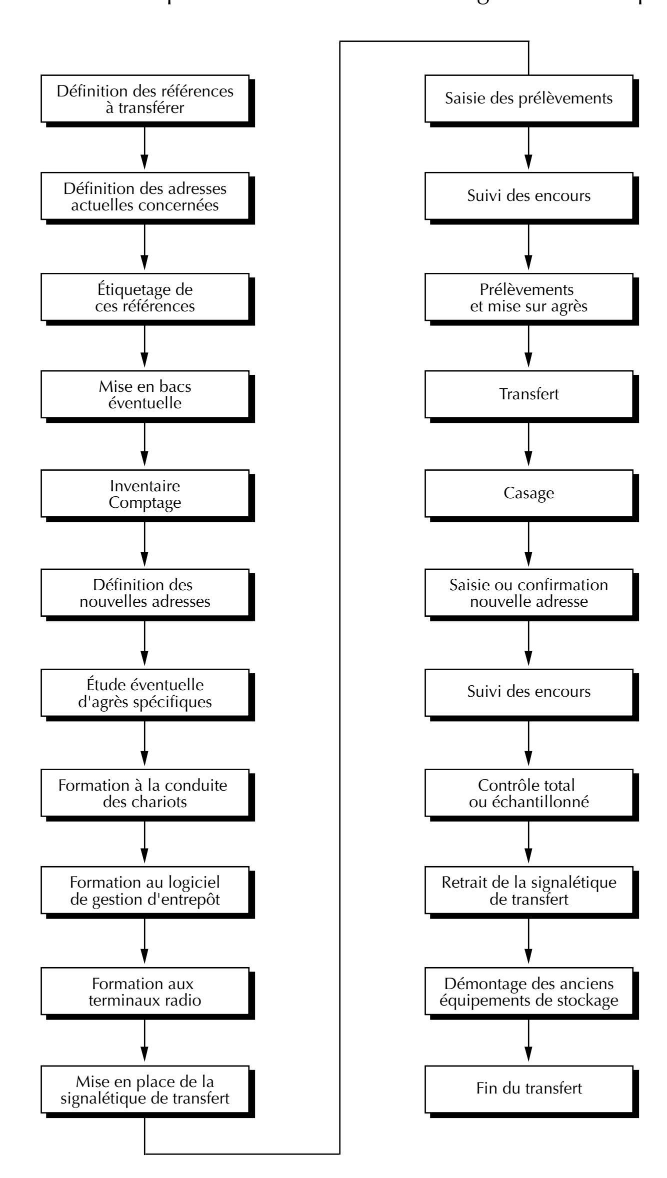
1.15.3 Le transfert proprement dit

Pour les multiples raisons évoquées précédemment, il est conseillé que le transfert s'effectue le plus rapidement possible. Plus la préparation aura été minutieuse, plus courte pourra être la durée du transfert.

Il est recommandé que cette durée n'excède pas un mois.

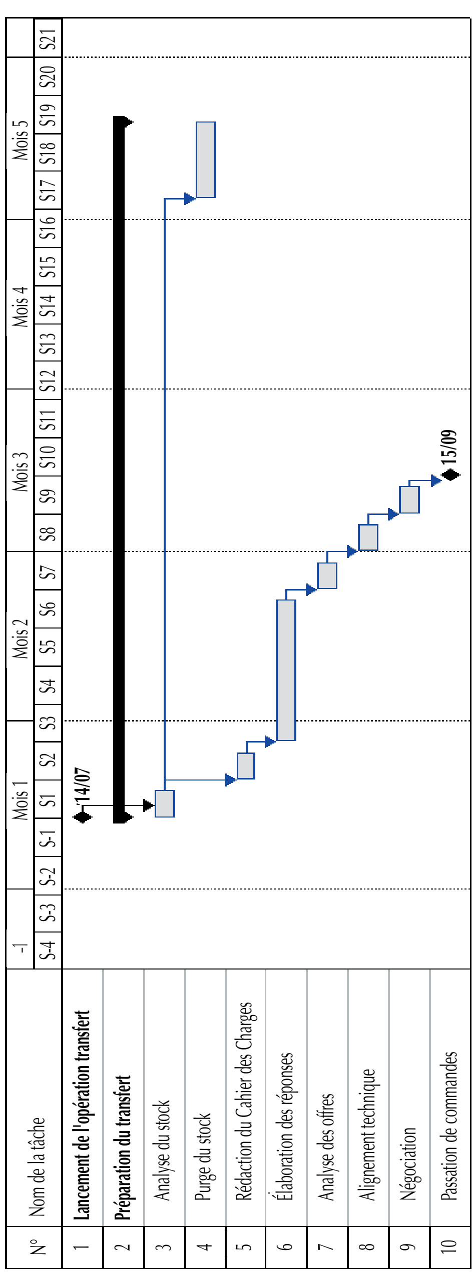
1.15.4 Le déroulement des opérations

Le déroulement des opérations de transfert d'un magasin ordinaire peut être le suivant :



1.15.5 Le planning

Un rétro planning correspondant à l'organigramme précédent est donné en exemple. Il doit être bien sûr adapté à chaque cas en fonction des caractéristiques des équipements du nouveau site, de la nature des biens à transférer, des quantités en jeu, etc.



N°	Nom de la tâche
12	Transfert
13	Étude de l'organisation
14	Mise à disposition bâtiment
15	Montage du réseau transitique
16	Fin du montage transitique
17	Formation exploitants transitique
18	Levée des réserves transitiques
19	Réception transitique
20	Début déverminage transitique
21	Montage du stockage
22	Mise en place signalétique
23	Fin du montage stockage
24	Levée des réserves stockage
25	Réception stockage
26	Salle informatique disponible
27	Réseau local en place
28	Formation des exploitants du WMS
29	Installation du WMS
30	Paramétrage du WMS
31	Essais du WMS
32	Réception du WMS
33	Déverminage WMS
34	Terminaux mobiles opérationnels
35	Stockage provisoire réf. « C »
36	Démontage stockages à récupérer
37	Formation à la conduite chariots
38	Chariots opérationnels
39	Livraisons réf. « C » sur nouveau site
40	Formations des déménageurs
41	Inventaire départ réf. « C »
42	Transfert des références « C »
43	Montage stockages récupérés
44	Casage des références « C »
45	Montée en cadence transitique
46	Inventaire arrivée réf. « C »
47	Livraisons réf. « B » sur nouveau site
48	Inventaire départ réf. « B »
49	Transfert des références « B »
50	Casage des références « B »
51	Inventaire arrivée réf. « B »
52	Livraisons réf. « A » sur nouveau site
53	Inventaire départ réf. « A »
54	Transfert des références « A »
55	Casage des références « A »
56	Inventaire arrivée réf. « A »
57	Démontage des installations inutiles
58	Remise en ordre de l'ancien site
59	Fin du transfert

Partie 9

Faire ou faire faire

28

Les ressources humaines

Une organisation aussi parfaite soit-elle ne vaut que par la qualité des hommes qui la servent. À tout prendre, il est préférable de se trouver à la tête d'une piètre organisation et de médiocres moyens avec une excellente équipe que l'inverse. Dans le premier cas, tous les espoirs sont permis pour améliorer rapidement la situation. Dans le second, les actions seront plus difficiles et de beaucoup plus longue haleine.

La définition des postes directement opérationnels n'est déjà pas chose facile ; ce n'est pas une raison pour omettre l'importance des tâches environnantes. Le personnel qui se consacre à ces activités peut représenter 10 % du personnel total. Sur certains sites très structurés, cette proportion peut atteindre 25 %.

Le dimensionnement correct du site ne peut se faire que pour l'ensemble du personnel opérationnel, administratif et d'encadrement.

1. La définition des postes

1.1 Les postes opérationnels

L'étude qui a précédé nous a conduits à dimensionner les principales fonctions à remplir ; les postes correspondants sont donc définis. Il s'est agi notamment des fonctions de déchargement, de casage, de préparation de commandes et d'expéditions. Il convient maintenant de faire le point sur les tâches complémentaires indispensables comme la gestion des palettes vides, la gestion des équipements périphériques et des consommables associés de toutes sortes (cartons détail, colle, étiquettes, film, etc.).

L'énumération suivante peut servir de check-list pour définir les postes à pourvoir dans un centre de distribution d'une certaine importance :

- déchargement des camions à l'arrivée
- contrôle des palettes déchargées
- mise en conformité (retaquage, étiquetage…)
- gestion des palettes vides
- approche des palettes vers les corbeaux ou les convoyeurs d'amenée

- casage des palettes
- sortie des palettes du palettier
- préparation des palettes complètes
- réapprovisionnement de l'atelier cartons standards
- préparation des cartons standards
- contrôle de la préparation des cartons standards
- réapprovisionnement de l'atelier détail
- rempotage des dynamiques détail
- préparation détail
- contrôle de la préparation détail
- préparation des commandes destinées à l'export
- gestion des emballages détail et équipements périphériques
- gestion des déchets
- conduite de la machine de tri et palettisation
- préparation des expéditions
- chargement des camions au départ
- gestion des retours clients.

1.2 Les fonctions annexes

Parmi ces tâches annexes mais néanmoins importantes, on peut citer :

- la gestion des réclamations et des litiges
- le contrôle des retours
- le reconditionnement des retours
- la conduite de l'inventaire physique
- la gestion éventuelle des produits sensibles
- le traitement des documents douaniers
- l'interface transporteurs. Il est à noter que, quelquefois, les transporteurs détachent, sur le site du chargeur, une personne, nommée régulateur, qui assure cet interfaçage.

Chaque entrepôt a ses particularités. Il peut devoir accomplir, par exemple, des opérations à valeur ajoutée (co-packing, étiquetage, etc.).

1.3 La maîtrise

Les postes opérationnels étant définis et quantifiés, la démarche suivante consiste à constituer des équipes de 6 à 10 personnes. Ces groupes présenteront une certaine homogénéité quant aux tâches qui leur sont dévolues. Il sera tenu compte aussi de la topographie des lieux.

À chacun de ces groupes sera affecté un chef d'équipe. Il pourra être opérationnel la moitié de son temps et le reste de ses disponibilités sera consacré à l'accompagnement des membres de son équipe, le tutorat des nouveaux arrivants, la formation du

personnel intérimaire, la résolution des problèmes divers, etc. Il servira aussi de relais d'information entre son équipe et sa hiérarchie.

1.4 Le service maintenance

La fonction maintenance peut être plus ou moins externalisée en fonction de la politique adoptée par le site. La solution minimaliste est de dédier une personne aux tâches courantes d'entretien. La solution maximaliste conduit à disposer d'une équipe possédant toutes les compétences pour maintenir l'ensemble des équipements : chariots, systèmes transitiques, trieurs, réseau électrique, chauffage, climatisation, etc. Ce qui implique que l'équipe doit être composée d'électriciens, d'automaticiens, de mécaniciens, de plombiers, etc. Entre ces deux extrêmes, se situe sans doute la meilleure solution : disposer de quelques généralistes pour parer aux dépannages les plus urgents et externaliser judicieusement le reste des opérations.

Il est à noter que la maintenance des parcs de chariots est de plus en plus souvent confiée aux équipes des constructeurs concernés. Quand cette maintenance est couplée avec la location des chariots, l'on parle alors de location « full service ».

1.5 Le service informatique

Le système informatique, le WMS, revêt une telle importance dans un entrepôt moderne qu'il serait assez imprudent de ne pas posséder au moins un informaticien capable de faire face aux difficultés mineures mais qui risquent toutefois de paralyser l'activité du site.

Ce spécialiste devra être suffisamment averti pour décrire avec précision les symptômes des dysfonctionnements observés afin que le diagnostic puisse être fait à distance par l'éditeur du logiciel.

Ce service ou cette unique personne sera également chargée du paramétrage du progiciel au démarrage du site si cela est possible puis à chaque modification ultérieure.

Si le choix a été fait d'acquérir un logiciel de gestion d'entrepôt entièrement spécifique ou possédant beaucoup de fonctionnalités spécifiques, il est pratiquement indispensable de posséder plusieurs personnes aptes à intervenir sur le programme, deboguage, modifications, développement de nouveaux modules, etc.

1.6 La direction, l'encadrement et les services administratifs et divers

Ces services doivent accomplir les tâches suivantes :

- le management de l'ensemble de l'établissement
- la gestion du personnel
- la gestion de la qualité
- le secrétariat
- la fonction accueil (accueil général sur le site, guidage des véhicules et accueil dans les bureaux)

- la gestion de la sécurité
- le gardiennage
- la gestion des achats et des contrats de maintenance extérieure
- éventuellement toutes les tâches attachées à la gestion du transport si cette fonction est rattachée à l'entrepôt (affrètements, contrôle factures, etc.)
- la gestion de la médecine du travail.

Les sites relativement importants (200 personnes et plus) peuvent aussi disposer d'une infirmière à demeure.

La restauration d'entreprise peut se situer à l'extérieur du centre, si la zone industrielle dispose de ce genre de service. Elle peut aussi être entièrement sous-traitée tout en restant *in situ*. L'étude devra dans ce cas tenir compte de ce personnel supplémentaire pour le dimensionnement des locaux sanitaires et sociaux même s'il ne fait pas partie de l'entreprise. Cette restauration peut enfin être complètement intégrée, le personnel dédié complète alors la liste ci-dessus.

2. La description des postes

Dans la simple recherche d'une efficacité certaine ou pour obtenir une certification ISO, il convient maintenant de décrire précisément ce qui est attendu de chacun des postes répertoriés. Cette démarche permettra, en premier lieu, au rédacteur d'avoir les idées claires sur ce qu'il attend de chacun, même si ce n'est pas le but de l'opération. Ensuite, bien sûr, les exécutants connaîtront parfaitement les tâches qui leur incombent.

Ces descriptions pourront être éditées sur support papier, mais sur les sites neufs, peut-être est-il préférable de prévoir une consultation en ligne. Cette disposition permettra d'éviter l'égarement des dossiers. Cela garantira aussi une mise à jour automatique et donc parfaitement maîtrisée.

Ces documents seront enrichis au fil du temps notamment en ce qui concerne les cas particuliers, la conduite à tenir en cas de dysfonctionnements, etc., toutes choses auxquelles il est difficile de penser de façon exhaustive à l'ouverture d'un site.

3. Les « bonnes pratiques »

Certains centres de distribution vont même jusqu'à éditer des bonnes pratiques spécifiques à leur centre. Elles contiennent les règles de l'art propres à la profession quant aux modes de conditionnement, aux étiquetages ou au chargement des camions.

29

La sous-traitance logistique

Entreposage et préparation de commandes peuvent être considérés comme un métier à part entière de la logistique de distribution et il existe de plus en plus de professionnels dont c'est l'unique activité.

D'un autre côté, d'autres entreprises souhaitent se consacrer uniquement à leur activité de fabrication ou d'assemblage. Les motivations sont variées et non exclusives les unes des autres : désir de se recentrer sur son propre métier ; désir de ne pas investir, au moins pour l'instant ; manque de surfaces suffisantes localement et par conséquent nécessité de créer de nouvelles structures hiérarchiques, etc.

Le premier temps d'une démarche de sous-traitance sera d'argumenter ce choix. Il sera donc nécessaire de comparer prestations internes et prestations confiées à l'extérieur. Ces prestations devront notamment être chiffrées. La seconde étape consistera à choisir un partenaire. Cette fois la comparaison portera sur les données technico-économiques de plusieurs prestataires.

1. Estimation du coût des prestations internes

Pour pouvoir prendre une décision pertinente de sous-traitance, il faudra veiller à ce que le chiffrage soit exhaustif, ce qui est toujours difficile. Au minimum, les rubriques suivantes seront prises en compte.

1.1 Bâtiment et voirie

- coût direct (loyer ou crédit-bail ou annuités de remboursement, amortissement)
- chauffage et climatisation
- éclairage
- entretien
- assurances
- charges fiscales.

1.2 Équipements techniques

Pour les :

- matériels de stockage

- matériels de manutention
- matériels informatiques
- équipements de sécurité
- les montants correspondant à :
  amortissement ou loyer ou annuités, énergie consommée, maintenance, assurances.

1.3 Frais de personnel

Pour le personnel du magasin, mais aussi pour la quote-part correspondante des services généraux :

- salaires
- charges sociales
- charges fiscales et parafiscales
- frais de gardiennage, si celui-ci est déjà sous-traité.

2. Estimation de la qualité de service

Si l'étude est conduite pour un nouveau site, cette estimation ne pourra pas avoir lieu. Dans le cas contraire, les données existantes seront recueillies :

- retards d'expédition
- litiges sur les références
- litiges sur les quantités
- litiges pour des références arrivées en mauvais état
- écarts d'inventaire de la responsabilité du magasin (dégradations, pertes, démarque inconnue, etc.).

3. La rédaction du cahier des charges

L'obtention d'un coût d'une prestation extérieure et plus tard la passation d'un contrat ne peuvent passer que par l'intermédiaire d'un cahier des charges. Ce chapitre propose un canevas.

Le cahier des charges est l'expression des besoins. Il doit être exhaustif et sans ambiguïté. Le cahier des charges de consultation qui servira à l'appel d'offres doit le moins possible énoncer des solutions. Il doit laisser suffisamment de liberté aux consultés pour qu'ils puissent exprimer toute leur créativité et leur savoir-faire. Le cahier des charges qui accompagnera la commande, pourra lui parler de solutions et de moyens à mettre en œuvre. Il « verrouillera » les scénarios retenus.

4. Sommaire proposé

4.1 Exposé de l'objectif

Ce premier chapitre sera court et précisera la raison de ce cahier des charges, de telle façon que le dirigeant de l'entreprise consultée puisse savoir très rapidement si le sujet est intéressant pour sa société et décider à quel membre de son équipe il va confier le dossier.

4.2 Présentation de la Société

Cette rubrique indiquera notamment la forme juridique, l'activité générale, le volume de cette activité, l'implantation ou les implantations, le nom des responsables chargés de suivre l'affaire, leurs coordonnées et tous les renseignements qui peuvent être utiles à un futur partenaire.

4.3 Définition des articles

Cette première partie technique va décrire les références qui vont devoir être stockées. Comme pour une étude interne, les articles seront classés suivant leur taille, leur poids et leur conditionnement. À chaque classe morphologique correspondra la quantité concernée.

4.4 Description du volume du stock

Ce chapitre va quantifier le volume statique du stock à gérer – combien d'articles et en quelles quantités – pour chacune des classes de références. Si elles existent, les saisonnalités seront détaillées. À ce niveau, il est possible de ne donner que des moyennes. Les informations sont seulement destinées à estimer les volumes d'entrepôt nécessaires et le mode de magasinage que l'on pourra mettre en œuvre.

4.5 Définition des flux d'entrée

Seront données ici les lois d'arrivée : fréquence des livraisons, volumes livrés, mode de transport choisi ou à choisir, horaires définis ou à définir, origine des livraisons si elles sont connues à l'avance, etc. On indiquera les saisonnalités, le cas échéant. On indiquera également combien de temps à l'avance les arrivées seront annoncées et par quel moyen (papier, fax, disquette, EDI ?).

4.6 Définition des préparations de commandes et des flux de sortie

Ce poste correspond aux dépenses de main-d'œuvre les plus importantes, les contraintes seront donc particulièrement détaillées. Seront indiqués au minimum :

- le nombre moyen de commandes par jour
- le nombre moyen de lignes par commande
- le nombre moyen d'articles par commande.

Si les moyennes ne sont pas significatives, elles seront complétées par une typologie, par exemple commandes de détail et commandes de gros. De toute façon des courbes de répartition, pour chacun des trois indicateurs précédents, seront particulièrement les bienvenues. Elles permettront de mieux appréhender l'activité :

- les variations saisonnières, hebdomadaires et journalières
- une attention toute particulière sera portée aux contraintes de temps (lois d'arrivée des ordres et exigences quant aux heures de départ)
- le mode de conditionnement pour les commandes de détail
- les modes de transport s'ils sont imposés.

4.7 Les coefficients d'extrapolation

Pour que le prestataire puisse choisir un site de façon judicieuse, il lui est indispensable de connaître les évolutions qu'il aura à gérer dans les années à venir qu'il s'agisse du stock comme des flux.

4.8 Exposé des contraintes particulières

Le cahier des charges indiquera à cet endroit toutes les exigences particulières : l'agrément pharmaceutique, les seuils de température et / ou d'hygrométrie à respecter, la gestion de l'habilitation du personnel ayant accès à un stock, notamment pour des stocks d'archives, la gerbabilité des palettes, les règles d'exploitation, FIFO strict ou flexible, la spécialisation retardée, l'étiquetage à la demande, etc.

Le cahier des charges précisera si le site du prestataire doit obligatoirement être dédié ou s'il peut être multi-clients.

4.9 Les contrats d'assurance

Le cahier des charges devra préciser clairement qui doit gérer les différents risques :

- les risques liés au bâtiment
- les risques locatifs
- les risques liés aux équipements
- les risques concernant les biens entreposés
- la responsabilité civile.

4.10 Les limites de la prestation

Si les limites de fourniture attendue concernant les flux physiques sont relativement évidentes, il en va tout autrement pour tout ce qui touche aux flux d'informations.

Les questions qui se posent sont nombreuses :

- Qui va recevoir les commandes des clients ?
- Qui va avoir la responsabilité de la gestion informatique du magasin ?
- Une partie de la gestion des stocks (les réapprovisionnements, par exemple) sera-t-elle sous-traitée ?

- Quelles devront être les interfaces entre les systèmes informatiques du sous-traitant et ceux de la société ?
- Qui sera responsable de la conduite des inventaires physiques ? À quelle fréquence ?
- Qui éditera les documents d'expédition ?
- Quelles sont les obligations d'utiliser l'EDI ?
- Qui gérera les litiges et lesquels ?

Toutes ces questions devront trouver des réponses qui seront exprimées dans ce chapitre du cahier des charges.

4.11 Les procédures à appliquer

L'inventaire complet des tâches incombant aux deux partenaires ayant été dressé ci-dessus, cette rubrique va indiquer les procédures retenues pour les échanges d'informations indispensables à l'accomplissement de ces tâches.

4.12 La durée du contrat

Si le contrat envisagé est important le prestataire devra mettre en œuvre des moyens proportionnels. Il peut s'agir de la construction d'un bâtiment ou au moins de son aménagement, de l'installation d'équipements de stockage et de manutention, de l'achat du parc de chariots, du recrutement et de la formation de l'équipe d'exploitation, etc.

Ainsi, le prestataire devra impérativement connaître la durée d'amortissement à prendre en compte pour établir son budget d'exploitation car les sommes en jeu sont considérables. Il est à noter que bon nombre d'équipements et d'aménagements sont spécifiques d'un contrat (car liés à la taille des palettes, à la typologie du carnet de commandes, etc.) ; ils ne pourront donc pas être réutilisés pour un autre donneur d'ordre.

Le rédacteur du cahier des charges devra donc toujours arbitrer entre une durée courte et une durée plus longue. La durée courte (rarement inférieure à 3 ans) laissera une plus grande liberté de changer de prestataire.

Par contre, il faut noter que la quasi-totalité des prestataires est issue du monde du transport et donc, historiquement peu habituée aux systèmes de mécanisation et d'automatisme. Une durée de contrat courte sera un nouveau frein à l'installation de systèmes transitiques même s'ils sont parfaitement justifiables aux plans de l'économie et de l'ergonomie.

La durée initiale pourra, par la suite, être prolongée par un renouvellement du contrat.

La durée longue (rarement supérieure à 9 ans) permettra de réduire les coûts.

La durée évoquée ici est celle de l'engagement contractuel à condition que toutes les clauses soient respectées de part et d'autre.

La durée initialement prévue pourrait être raccourcie dans deux cas :

- changement majeur et imprévu de l'activité du donneur d'ordre auquel cas il y aura versement d'un dédit versé au prestataire et une reprise des amortissements non encore effectués
- manquements graves à ses obligations ou non-respect caractérisé des clauses contractuelles par le prestataire auquel cas il n'y a pas de versement de compensation.

4.13 La variation des conditions initiales

Il est impossible de prévoir ce que sera exactement l'activité future. Aussi le contrat sera basé sur des prix unitaires de missions telles que :

- réception de la marchandise (avec détail par type de conditionnement)
- stockage (avec détail par type d'équipements utilisé, palettier, casier, m^2 au sol, etc.)
- préparation et expédition des palettes complètes
- préparation et expédition des cartons complets (PCB)
- préparation et expédition des colis détail.

Le cahier des charges doit fixer la fourchette de variation convenue car si l'activité devenait par moment trop basse, le prestataire se retrouverait face à une sous-utilisation de ses investissements et d'une grande partie de son personnel. Pour pallier cette difficulté, beaucoup de contrats prévoient une facturation mensuelle minimale.

Le cahier des charges demandera aussi le prix horaire qui serait utilisé en cas de missions difficilement prévisibles, reconditionnement de certaines livraisons, opérations de valeur ajoutée ponctuelles, rappels, etc.

Beaucoup de questions pourront trouver facilement réponse si le donneur d'ordre et le prestataire mettent en place un véritable partenariat et décident de travailler à livre ouvert.

4.14 Les mesures de la qualité

Deux indicateurs de qualité sont le plus souvent utilisés : la justesse de l'inventaire et le taux de service.

Le cahier des charges définira l'écart d'inventaire maximal admis et les conditions de facturation des manquants au prestataire.

Le taux de service attendu sera également indiqué ainsi que les compensations financières correspondantes de la part du sous-traitant en cas de non-respect de ce taux.

Le cahier des charges demandera les procédures que le prestataire envisage d'appliquer pour atteindre (ou restaurer) le niveau requis de ces objectifs qualité.

4.15 Le calendrier

Les dates principales du projet seront annoncées : date de remise du dossier, date de décision, date de début des opérations, durée prévue du contrat, échéance de renégociation.

4.16 Le questionnaire

Un questionnaire portera sur des points qui permettront de bien mesurer le savoir-faire des consultés comme :

- le chiffre d'affaires de l'entreprise (pour vérifier que la taille du contrat n'est pas disproportionnée par rapport à l'activité globale de la société)
- l'organisation prévue pour la mise en place du site puis pour l'exploitation
- le nom et le *curriculum vitæ* des principaux acteurs envisagés
- le nombre de sites comparables gérés
- le site en exploitation se rapprochant le plus du projet afin de le visiter et d'évaluer, *de visu*, le professionnalisme des équipes.

4.17 Le cadre de la réponse

Un cadre sera proposé qui facilitera les analyses et les comparaisons. Ce cadre sera conçu dans un double objectif :

- déceler d'éventuels malentendus
- décider des tâches qu'il serait possible de conserver éventuellement dans l'entreprise.

5. Questionnaire type de recueil de données

Il arrive souvent qu'un prestataire logistique soit consulté lors d'un projet d'externalisation sans que l'entreprise qui lance la consultation ait pris le soin, par manque de rigueur ou plus simplement par manque de compétence, de rédiger un cahier des charges digne de ce nom.

Si les deux acteurs, celui qui lance la consultation et celui qui est consulté, ne veulent pas prendre de risques inconsidérés, le prestataire devra rédiger une offre en forme de cahier des charges. Pour cela, il devra recueillir précisément les besoins de son prospect.

Le questionnaire, suggéré ici, se propose d'aider à rédiger ce recueil sous une forme générique mais structurée. Il peut aussi aider, bien sûr, celui qui désirerait élaborer un cahier des charges.

Il aborde dans l'ordre :

- les caractéristiques des produits à accueillir
- le dimensionnement statique
- le dimensionnement dynamique
- les prestations annexes éventuelles
- l'organisation générale
- les données commerciales.

5.1 Les produits à accueillir

- Le catalogue : combien de références contient-il ?
- Le catalogue est-il soumis à des variations saisonnières ? Suivant quelles lois ?
- Les familles logistiques : les produits sont-ils déjà classés en familles logistiques ? Peut-on définir des unités logistiques ?
- Si oui, lesquelles ? Si non, quelles sont les données qui permettront de les définir ?
- Quelle est la nature des produits : S'agit-il de
  – Produits standard ?
  – Matières dangereuses ? Classe ICPE ?
  – Produits alimentaires ?
  – Produits frais ? Soumis à DLV ou DLC ? Durée ?
  – Produits pharmaceutiques ? Quels tableaux ? Dérivés sanguins ?
  – Produits inflammables ?
  – Produits explosifs ?
  – Produits aérosols ?
  – Produits présentant certaines incompatibilités entre eux
    - Lesquelles ?
  – Produits présentant une incompatibilité avec l'eau ?
  – Produits fragiles ?
  – Produits sensibles ?
  – Autres particularités ? À préciser.
- Quelles sont les caractéristiques physiques des produits ?
  – Longueur minimale, moyenne, maximale ?
  – Largeur minimale, moyenne, maximale ?
  – Hauteur minimale, moyenne, maximale ?
  – Poids minimal, moyen, maximal ?
  – S'agit-il de produits plats ?
  – S'agit-il de produits longs ?
  – Caractéristiques particulières ? À préciser.
- Quelles sont les contraintes auxquelles sont soumis les produits ?
  – Quarantaine ?
  – Soumis au régime des alcools ?
  – Sous douane ?
  – À conserver sous température dirigée ?
    - Froid positif ?
    - Froid négatif ?
    - Quelle gamme de température ?
  – À gérer en
    - FIFO ?
    - FIFO strict ?
    - FEFO ?
    - LIFO ?
  – Soumis à d'autres contraintes ? À préciser.
- Dans quels conditionnements se présentent les produits ?
  – En conteneurs ?
    - De quelle taille ?

  – Sur palettes ?
    - Quel format ?
    - Qualité de la palettisation ?
    - Débord ?
    - Faux aplomb ?
    - Palettes perdues ?
  – S'agit-il des palettes propriétaires ou palettes pool ?
  – En fûts ?
    - Quelles dimensions ?
  – En bacs ?
    - Quel format ?
  – Cartons ?
    - Quel format ?
  – Existe-t-il des PCB ? des SPCB ?
- Des évolutions du catalogue sont-elles prévues ?
  – Changement du nombre de références ?
  – Changement de nature des produits ?
  – Changement de contraintes ?
  – Changement de conditionnements ?
  – Autres ? À préciser.

5.2 Le dimensionnement statique

- Pour chacune des familles logistiques, combien d'unités logistiques devront-elles être abritées à un moment donné ?
- Ce volume est-il soumis à des variations saisonnières ?
  – Suivant quelles lois statistiques ?
- Des évolutions sont-elles à prévoir dans les années qui viennent ?
  – Lesquelles ?

5.3 Le dimensionnement dynamique

- Les entrées
  – Quelle est la définition des flux d'entrée en unités logistiques ?
  – Quelle est la répartition des entrées :
    - Dans la journée ?
    - Dans la semaine ?
    - Dans le mois ?
    - Dans l'année ?
  – Un reconditionnement systématique est-il à prévoir ?
  – Quelles sont les opérations de contrôle à prévoir ? Contrôle quantitatif ? Contrôle qualitatif ? Suivant quel échantillonnage ?
  – Par quels moyens les produits sont-ils livrés ?
  – Combien de véhicules cela représente-t-il ?
  – Les horaires de livraison sont-ils maîtrisables ?
  – Quelles sont les évolutions prévisibles pour les années qui viennent ?

- Les sorties
  - Qui recevra les commandes ?
  - Comment seront-elles acheminées jusqu'à l'entrepôt ?
  - Quel est le délai accordé à la préparation de commandes ?
    - Expédition à H+4 ?
    - Expédition à J ?
    - Expédition à J+1 ?
    - Commandes à délai ?
  - Y a-t-il des préparations de commandes de détail à prévoir ?
  - Y a-t-il un type de reconditionnement imposé ?
  - Pour l'ensemble du catalogue, quel est le classement ABC des produits en prenant comme critères le nombre de lignes ?
    - En palettes ?
    - En cartons ?
    - En PCB ?
    - En SPCB ?
    - En UV ?
  - Ce nombre de commandes est-il sujet à des variations saisonnières ?
  - Quel est le nombre minimal, moyen, maximal de lignes par commande ?
  - Quel est le nombre minimal, moyen, maximal d'articles par ligne ?
  - Ces caractéristiques sont-elles sujettes à des variations saisonnières ?
  - Quelles sont les évolutions prévisibles pour les années qui viennent ?
- Les opérations à valeur ajoutée ? Existe-t-il des besoins en termes de :
  - Étiquetage (Labelling) ?
  - Co-packing ?
  - Préparation de PLV ?
  - Opération « spot » de campagnes promotionnelles ?
  - Autres ?
- L'organisation générale
  - Quels sont les besoins en terme de traçabilité ?
  - Une partie de la gestion des stocks est-elle à prévoir ?
    - Réapprovisionnement sur seuil ?
    - Autres ? À préciser.
  - Un logiciel particulier de gestion d'entrepôt est-il imposé ?
  - Les échanges d'informations avec les autres acteurs doivent-ils se faire par EDI ?
    - Sous quelle norme ?
  - Quelle est la fréquence imposée pour les inventaires ?
  - Qui doit gérer les litiges ?
  - Y a-t-il des souhaits particuliers d'implantation ?
    - Stockage banalisé pour plusieurs clients ?
    - Zone dédiée dans un entrepôt banalisé ?
    - Entrepôt entièrement dédié ?
- Les données commerciales
  - Quelle est la durée prévue du contrat ?
  - Quelles sont les conditions de type bonus / malus attachées à des objectifs de qualité ?
  - Y a-t-il des conditions particulières de paiement envisagées ?

CONCLUSION

Cet ouvrage a tenté de décrire le cheminement idéal d'un projet de magasin ; mais tout ne se déroule pas toujours « comme un long fleuve tranquille ». Il arrive par exemple, dans le cas d'un projet d'amélioration de magasin existant, qu'une direction veuille des résultats tangibles, immédiats et sans investissement.

L'équipe de projet n'aura, dans cette situation, pas le temps d'obtenir les listings décrivant l'activité du magasin pendant les douze derniers mois, ni encore moins le temps de les étudier. Comment réagir alors ?

Peut-être pourra-t-on commencer par des mesures tellement élémentaires qu'elles n'ont pas été abordées ; comme un grand nettoyage général. Rares sont les magasins qui n'en ont pas besoin. Ce nettoyage comprendra le balayage et le dépoussiérage, le lavage des sols si les marques de pneus de chariots l'exigent, la chasse aux palettes hors d'état et aux emballages vides avec expédition vers la benne ou le compacteur. Cette première opération, nécessaire dans la grande majorité des magasins, donnera déjà meilleur moral à l'équipe de magasiniers et cela à peu de frais.

Une remise en ordre du palettier peut suivre : restauration des pieds d'échelles et des lisses endommagés, reprise de l'étiquetage des allées, des alvéoles et des casiers, etc. À cette occasion, on pourra réfléchir à l'adjonction de lisses intermédiaires pour accueillir des palettes aux deux tiers vides, ou à l'utilisation de palettes plus petites – 80 X 120 au lieu de 110 X 110 – ce qui permettra immédiatement de libérer de la place.

Une visite de la zone de quarantaine physique pourra, sans doute, permettre de découvrir des litiges ou des lots refusés qui dorment là depuis plusieurs mois, et qui n'ont manifestement plus rien à faire à cet endroit. Une nouvelle place sera libérée.

L'équipe pourra ensuite explorer la piste de la spécialisation retardée. Si elle est applicable, les gains de productivité qui en découleront ne demanderont aucun investissement.

Sans examiner méthodiquement et « informatiquement » toutes les références, les magasiniers connaissent sûrement des familles de produits qui n'ont pas tourné depuis des lustres ; une proposition sera faite de s'en séparer ou de les déplacer dans la zone la plus reculée du magasin.

Une gestion aléatoire des adresses dans un zonage de type ABC ne peut se faire qu'avec l'aide d'un système informatique de gestion de magasin ; mais une certaine réflexion pourra quand même être menée pour tenter de minimiser les trajets en conservant, bien sûr, des règles mnémoniques qui permettent aux préparateurs de retrouver sans peine, les références qu'ils recherchent.

Si le responsable du magasin a une certaine complicité avec le responsable informatique, peut-être pourra-t-il lui demander une certaine optimisation des tournées : par références, par destinations, par volumes, etc. Quelques lignes de programmes

pourront sans doute faire gagner beaucoup de pas et par conséquent beaucoup d'heures.

À ce stade, l'équipe de projet sera devenue crédible auprès de ses dirigeants et devra prendre les choses dans le bon sens : examen du stock, remise en cause éventuelle, classification ABC, analyse fonctionnelle d'un système de gestion de magasin et son acquisition, mise en place de terminaux radio, mise en place d'un système d'identification automatique, acquisition de matériels de manutention mieux adaptés ou plus performants.

Une autre question se pose souvent : quelle est la durée d'un projet de magasin ? Dans le cas d'une rénovation d'un entrepôt existant, avec mise en place d'un véritable progiciel de gestion de magasin – c'est-à-dire ne nécessitant aucun développement particulier – six mois semblent être une durée minimum. Pour un nouveau magasin : l'étude, le dépôt du permis de construire, la construction, les achats d'équipements et leur installation demanderont de dix-huit mois à deux ans, si le projet n'a pas à subir trop d'aléas (se reporter au chapitre 4 consacré à ce sujet).

L'on s'interroge, fréquemment aussi, sur le prix d'un logiciel de gestion de magasin. Est-ce un investissement envisageable, de façon réaliste ? Comme pour beaucoup de logiciels, la fourchette de prix varie de un à cinquante ou presque. Le prix d'un progiciel standard, proposant les principales fonctionnalités qui ont été décrites dans le chapitre 19, peut se trouver à quelques dizaines de milliers d'euros. Des progiciels très complets sont proposés à 250 000 euros et de très gros logiciels, hyper spécialisés, et entièrement développés pour le projet, peuvent atteindre les deux millions d'euros, voire plus. La démocratisation de la micro-informatique fait constamment évoluer l'offre. Une veille technologique et commerciale s'impose.

Deux dernières remarques :

- les magasins font partie de la chaîne logistique dont le coût représente de vingt à vingt-cinq pour cent du prix total d'un produit. Maintenant que l'on s'est épuisé à gagner les derniers cents en production, sans doute est-il temps de gagner quelques euros sur la logistique
- la méthodologie de projet, indiquée au début de cet ouvrage, peut sembler contraignante à certains ; mais il faut se rappeler qu'une méthodologie, aussi rigoureuse soit-elle, n'a pour seul but que de faciliter les choses à chacun et d'obtenir le meilleur résultat à moindre peine et dans un temps minimal.

Et maintenant : bonnes réflexions et bon courage ! Le spectacle du fonctionnement d'un magasin bien conçu, bien réalisé et bien exploité est aussi fascinant que celui d'un bel atelier.

NOTIONS D'ERGONOMIE

Ce petit chapitre n'a pas l'ambition de remplacer un traité d'ergonomie. Il a pour seule vocation de rappeler quelques principes de base et quelques données usuelles. On se reportera avec profit aux trois fascicules édités par l'INRS et mentionnés dans la bibliographie. Cette bibliographie mentionne également un manuel classique d'ergonomie.

L'on peut regretter, au passage, que les études effectuées par des ergonomes professionnels soient si souvent inabordables.

1.1 LES PARAMÈTRES IMPORTANTS

Les principaux paramètres à prendre en compte dans l'étude d'un poste de travail sont les suivants :

- la distance de la charge au tronc
- la position de la charge vis-à-vis du tronc
- la posture générale du corps
- la position de pieds
- le poids de la charge
- sa facilité de préhension
- la position de son centre de gravité.

Font partie aussi des paramètres fondamentaux les caractéristiques de chaque individu concerné et notamment sa taille et son sexe.

Cette dernière remarque implique que, dans la mesure du possible, les dimensions du poste doivent pouvoir s'adapter facilement à la taille de l'opérateur. Les plans de pose ou de dépose, notamment, doivent être facilement réglables en hauteur.

1.2 LES GESTES OU MOUVEMENTS À ÉVITER

Certains mouvements ou gestes sont à éviter car ils sont fréquemment la cause de lombalgies ou de sciatiques. Citons en particulier :

- les mouvements de rotation du tronc
- la préhension de charges en dessous de la mi-cuisse
- la manutention de charges au-dessus de la taille ou à plus forte raison au-dessus des épaules
- les mouvements verticaux de charges
- les longues distances à parcourir
- les mouvements de « pousser » ou de « tirer »

- les mouvements rapides
- les mouvements répétés
- les jets
- le travail à plusieurs sur une même charge. Il est toujours difficile de synchroniser les efforts de chacun. À titre d'anecdote, l'on se souvient du début du siècle où les ouvriers chargés de manutentionner les rails de chemin de fer se cotisaient pour verser une prime à celui d'entre eux qui rythmait la manœuvre au sifflet.
- le maniement de charges lourdes, instables, dépourvues de moyen de préhension
- le travail dans un environnement défavorable (au froid, à la pluie, au vent, dans une semi-obscurité, sur un sol inégal, etc.).

1.3 Les poids

1.3.1 Les critères associés

Le poids des charges est un élément important de l'ergonomie, de la sécurité et par conséquent de la réglementation. Le poids des charges à manutentionner n'est jamais un paramètre à prendre en compte isolément ; il doit toujours être accompagné des paramètres capacités du personnel concerné, distance à parcourir et nombre de mouvements à effectuer quotidiennement.

Beaucoup de chiffres complètement erronés circulent. Il semble bon de rappeler quelques seuils.

1.3.2 Les limites

Le Code du travail (art. 231-72) limite le poids des charges occasionnelles à 105 kg pour un homme sous les réserves suivantes :

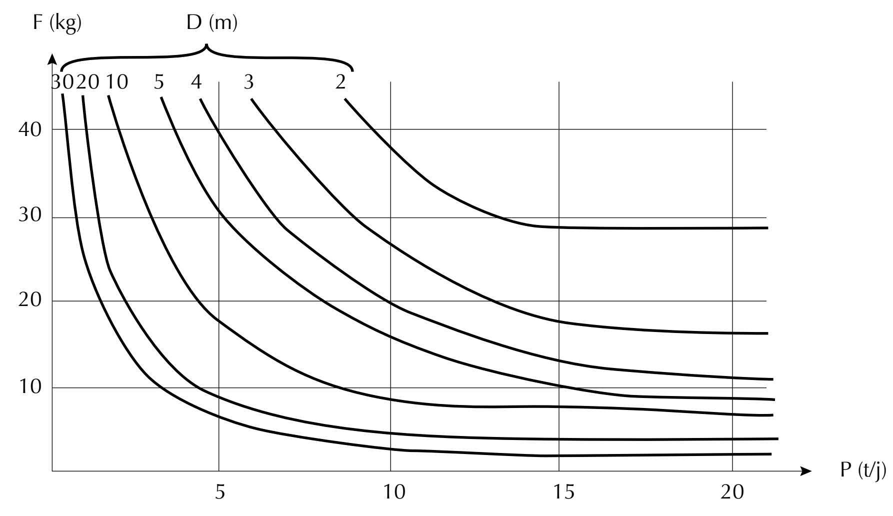
- la tâche ne doit pas être répétitive
- le médecin du travail doit reconnaître l'aptitude physique de l'opérateur concerné
- aucun moyen mécanique n'est raisonnablement envisageable pour remplacer l'homme. Cette dernière condition implique que ce genre de manutention doit rester absolument exceptionnel.

Ces trois réserves sont valables pour les charges à partir de 55 kg.

Le poids limite pour le personnel féminin de plus de 18 ans est de 25 kg (art. 234-6). D'autres limites plus basses existent pour les jeunes travailleurs.

- Les figures A1.1 et A1.2 donnent la somme maximale recommandée des poids à manipuler au cours d'une journée. La figure A1.1 permet de définir le tonnage maximal quotidien d'un opérateur qui doit déplacer une charge à la main. Cet abaque prend en compte le poids unitaire des charges et la distance à parcourir. La figure A1.2 permet de définir le tonnage maximal quotidien d'un opérateur qui doit manipuler des charges à poste fixe. Cet abaque prend en compte le poids

unitaire des charges et le sexe de l'opérateur. Il est un point des courbes facile à mémoriser : un homme peut manipuler 10 tonnes dans la journée si le poids unitaire des charges est de 10 kg.



F : charge manutentionnée en kg (moyenne)
P : production journalière (moyenne)
D : distances parcourues avec la charge (moyenne)

Figure A1.1 – Transport manuel des charges

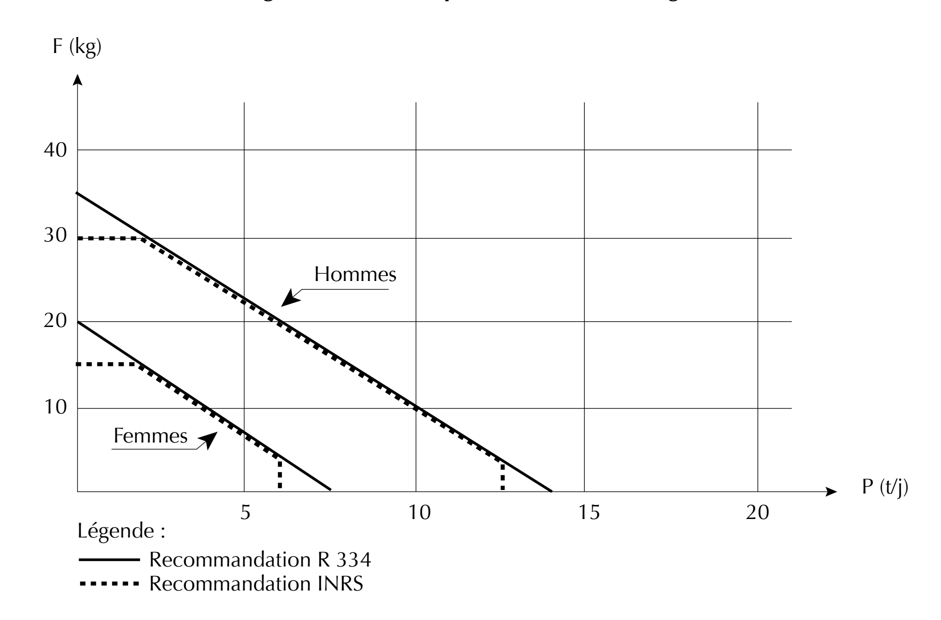


Figure A1.2 – Manutention manuelle de la charge au poste de travail

1.4 Les affichages

Ne seront données ici que quelques indications élémentaires. Pour approfondir le sujet se reporter à l'étude exhaustive de J. Kusters mentionnée dans la bibliographie.

La taille des caractères dépend de la distance de lecture envisagée. Voici des valeurs préconisées par une grande administration.

Distance de vision	Taille des caractères
0,5 m	2,5 mm
de 0,5 à 1 m	5 mm
de 1 à 2 m	10 mm
de 2 à 4 m	20 mm
de 4 à 6 m	30 mm

Par ailleurs, il est conseillé de respecter les règles suivantes pour le graphisme des caractères :

- rapport hauteur / largeur des caractères = 2 à 3
- largeur d'un trait = 1/7e de la hauteur du caractère
- espace minimal entre caractères = largeur d'un trait
- espace entre mots = un caractère.

Enfin, la lisibilité est meilleure quand les caractères sont foncés sur fond clair. Il convient d'éviter les effets de « vidéo inverse ».

1.5 Les niveaux d'éclairement

Les niveaux d'éclairement se trouvent à cheval entre l'ergonomie et la sécurité. Les niveaux minimums imposés par la réglementation sont très bas. La valeur minimale du code du travail pour l'éclairement dans les entrepôts est de 60 lux. Même la valeur recommandée par l'Association Française de l'Éclairage qui est de 125 lux et la valeur recommandée par la norme NF X 35-103 de 150 lux restent faibles.

Il est fortement conseillé de prévoir des installations avec des caractéristiques sensiblement supérieures quitte à prévoir, pour des raisons d'économie, des dispositifs permettant de mieux gérer l'extinction des zones momentanément inoccupées. L'ergonomie, le moral de l'équipe et la sécurité y trouveront leur compte.

Les filières de formation

Depuis que l'on accorde à la logistique l'importance qu'elle mérite, des dispositifs de formation se mettent rapidement en place au fil des ans. Certains organismes prennent leur travail très au sérieux, d'autres n'agissent que par pur opportunisme. La plus grande vigilance s'impose donc aussi bien à l'étudiant qui veut s'inscrire qu'à l'entreprise qui souhaite embaucher un nouveau diplômé.

La sagesse voudrait aussi que l'on s'informe de ce qui se cache derrière le terme de « logistique ». S'agit-il seulement de transport ou la conception et la gestion des entrepôts sont-elles aussi traitées ?

La liste ci-après est loin d'être exhaustive. Elle est en continuelle évolution. Elle ne mentionne pas les formations uniquement orientées vers le transport ni celles qui n'envisagent la logistique que planétaire.

Nota important : L'ASLOG et l'AFT IFTIM publient chaque année des brochures récapitulant l'ensemble des formations de tout niveau en transport et en logistique au sens large du terme.

1.1 Les baccalauréats professionnels Logistique

Plus d'une soixantaine de lycées techniques ou professionnels proposent cette spécialité dans toutes les régions de France.

1.2 Les CFP de Technicien Supérieur en Méthodes et Exploitation Logistique

Cette formation (niveau Bac + 2) est dispensée sous différentes formules, alternance, apprentissage, intensive ou modulaire dans la plupart des régions de France.

1.3 Les DUT

Les Instituts Universitaires de Technologie IUT dispensent deux types de formation (Niveau Bac + 3). La première s'intitule GLT comme Gestion Logistique et Transport et la seconde est OGP comme Organisation et Génie de la Production. Ne sont mentionnés ici que les instituts de la filière GLT.

- Aix en Provence
- Bron
- Cergy Pontoise
- Chartres
- Creil
- Damigny
- Evry
- Gradignan
- Issoudun
- Le Creusot
- Le Havre
- Longvic
- Marseille
- Montluçon
- Mulhouse
- Perpignan
- Quimper
- Reims
- Saint-Nazaire
- Sarreguemines
- Tourcoing
- Tremblay
- Vesoul.

1.4 Les DESS

Les universités suivantes dispensent un enseignement logistique (niveau Bac + 5) :

- Aix Marseille 2
  Management logistique industriel et commercial en milieu international
- Le Havre
  Logistique des échanges internationaux
- Lyon 2
  Transport et logistique industrielle et commerciale
- Paris 1 Panthéon-Sorbonne
  Logistique
- Paris 2 Panthéon Assas
  Management de projets logistiques
- Paris 9 Dauphine
  Distribution : logistique, vente et négociation
- Reims
  Logistique et gestion des flux

1.5 Les mastères

Ces formations (niveau Bac + 6) sont dispensées par plusieurs grandes écoles et notamment :

- EPF
  3 bis, rue Lakanal
  92330 SCEAUX
  Tél. : 01 41 13 01 71
- IML (ENPC, EPFL, AFT.IFTIM)
  30, rue de Paradis
  75010 PARIS
  Tél. : 01 53 34 97 33
  iml@aft-iftim.com

- ESSEC
  avenue Bernard-Hirsch
  BP 105
  95021 CERGY-PONTOISE
  Tél. : 01 34 43 30 84

- ISLI
  ESC Bordeaux
  680, cours de la Libération
  33405 TALENCE
  Tél. : 05 56 84 55 70

2.6 Les formations niveau ingénieur

- EDTL
  60290 MONCHY-SAINT-ELOI
  Tél. : 03 44 66 36 58

- ISEL
  quai Frissard
  BP 1137
  76063 LE HAVRE Cedex
  Tél. : 02 32 74 49 00

2.7 Les formations continues

Dans certains cas des étudiants peuvent être admis en formation initiale :

- AGRO DISTRIBUTEURS SUP'IAA
  Sud'Management Agropôle
  BP 209
  47931 AGEN Cedex
  Tél. : 05 53 77 24 40

- CFP AFT IFTIM
  248, avenue Franklin-Roosevelt
  BP 62
  69516 VAULX-EN-VELIN Cedex
  Tél. : 04 72 81 00 00

- FSML Formation Supérieure en Management Logistique
  - ESIDEC
    Technopôle Metz 2000
    3, place Edouard-Branly
    57070 METZ
    Tél. : 03 87 56 37 37
  - ISLI
    ESC Bordeaux
    680, cours de la Libération
    33405 TALENCE
    tél. : 05 56 84 55 70

- APTILOG Formation à l'audit logistique
  École Centrale de Paris ICTM
  92290 CHATENAY-MALABRY
  Tél. : 01 41 13 11 21

- CERELOG AFT IFTIM
  11, place d'Aquitaine
  BP 475
  94152 RUNGIS Cedex
  Tél. : 01 49 78 21 70

- CERELOG ESIDEC
  Technopôle Metz 2000
  3, place Edouard-Branly
  57070 METZ
  Tél. : 03 87 56 37 34

- CEFELOG IPC
  Entiore- Quint-Fonsegrives
  31134 BALMA Cedex
  Tél. : 05 62 57 656 01

- PROMOTRANS
  60/62, rue d'Hauteville
  75010 PARIS
  Tél. : 01 53 34 33 33

- IECS
  61, avenue de la Fôret-Noire
  67085 STRASBOURG Cedex
  Tél. : 03 90 41 42 00

2.8 Logistique des produits réglementés

- ECOFIC- CCI de l'Eure
  parc d'activités de la Forêt
  rue Henri-Becquerel
  BP 112
  27091 EVREUX Cedex 9
  Tél. : 02 32 28 70 50

2.9 Maîtrise des risques et sécurité

- CNPP
  BP 2265
  27950 SAINT-MARCEL
  Tél. : 02 32 53 64 00
  www.cnpp.com

Les adresses utiles

- AFNOR Association Française de NORmalisation
  Tour Europe
  92049 Paris-La Défense
- ALESIAL Association de Liaison Et Services pour des syndicats d'Industries Alimentaires
  44, rue d'Alésia
  75682 PARIS Cedex 14
  Tél. 01 43 21 38 21 Fax. 01 43 21 68 39
- ANACT Agence Nationale pour l'Amélioration des Conditions de Travail
  4, quai Etroits
  69005 LYON
  Tél. 04 72 56 13 13 Fax. 04 78 37 96 90
- APSAD Assemblée Plénière des Sociétés d'Assurances Dommages
  26, boulevard Haussmann
  75311 Paris Cedex 09
  Tél. 01 42 47 90 00 Fax. 01 40 22 01 76
- ASLOG Association
  119, rue Cardinet
  75017 PARIS
  Tél. 01 40 53 85 59 Fax. 01 47 66 27 08
- CETIM CEntre Technique des Industries Mécaniques
  7, rue Presse
  42000 SAINT ETIENNE
  Tél. 04 77 79 40 42 Fax. 04 77 79 0401 99
- CFA Comité Français des Aérosols
  32, rue de Paradis
  75010 Paris
  Tél. 01 47 70 26 42 Fax. 01 47 70 34 84
- CNPP Centre National de Prévention et de Protection
  BP 2265
  27950 SAINT-MARCEL
  Tél. 02 32 53 64 34 Fax. 02 32 53 64 80
- CRAM Caisse Régionale d'Assurance Maladie d'Île-de-France
  Documentation technique, juridique et médicale
  17-19, place de l'Argonne
  75019 Paris
  Tél. 01 40 05 38 18 Fax. 01 40 05 38 84

- DRIRE Direction Régionale de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement pour l'Île-de-France
  10, rue Crillon
  75194 Paris Cedex 04
- INRS Institut National de Recherche et de Sécurité
  30, rue Olivier-Noyer
  75680 Paris Cedex 14
- J. O. Journal officiel
  26, rue Desaix
  75015 Paris
- CISMA ex-SIMMA Syndicat des Industries de Matériels de MAnutention
  39/41, rue Louis-Blanc
  92038 Paris-La Défense Cedex
  Tél. 01 47 17 63 34 Fax. 01 47 17 62 60

Bibliographie

1. Ouvrages

- *Applications logistiques des standards EAN, Guide pratique*
  GENCOD EAN France
  2, rue Maurice Hartmann
  92137 ISSY-LES-MOULINEAUX
  Tél. : 01 40 95 54 10 – Fax : 01 40 95 54 49
- *Auditing Warehouse Performance* (fondamentaux américains)
  Ken Ackerman
  2041, Riverside Drive, Suite 204
  Colombus, OH
  43221 USA
  (Peut s'acquérir via la Librairie Lavoisier, 11, rue Lavoisier 75008 PARIS)
- Bäune R., Martin H., Schulze et Lothar, *Le Guide logistique de l'entreprise,* Tomes 1 et 2 (les moyens de manutention vus par un grand constructeur de chariots), Jungheinrich France.
- Biteau R. et S, *Maîtriser les flux industriels* (une rigoureuse méthodologie), Éditions d'Organisation, 1998.
- Biteau R. et S, *La maîtrise des flux industriels* (suite) (malgré la similitude des titres, il s'agit bien de deux ouvrages différents), Éditions d'Organisation, 2003.
- Bourgeois G., *Le guide de l'entrepôt* (l'entrepôt vu par un grand journaliste), Garonor - Nathan Entreprise, 2003.
- De Kelver et Van Damme Koen *Les entrepôts Témoins de prospérité* (historique, philosophique et magnifiquement graphique), Lannoo.
- Dornier P.-P. et Fender M., *La logistique globale et le Supply Chain Management*, Éditions d'Organisation, 2007.
- *Équipements de manutention continue pour charges isolées Mise en conformité*, Publications du CETIM.
- Granjean E., *Précis d'ergonomie*, (un des rares ouvrages sur le sujet), Éditions d'Organisation, 2003.
- *Guide des formations en logistique* (fréquemment remis à jour), ASLOG.
- Guide des nomenclatures
  Cabinet Murat, EEC
  Société Alpine de Publications
  7, chemin des Gordes
  38100 GRENOBLE
  Tél. : 04 76 43 28 64 – Fax : 04 76 56 94 09
- *Guide du responsable logistique* (encyclopédique), Éditions WEKA.
- Hugues M., *L'entrepôt de A à Z,* (tout sur le bâtiment), Groupe Liaisons, 2007.

- Kaufmann A. et Faure R., *Invitation à la recherche opérationnelle,* (subtile vulgarisation), Dunod, 1992.
- Kusters J., *Entrepôt, La signalisation logistique interne de l'entrepôt et des services de réception de d'expédition des marchandises* (un remarquable ouvrage définitif), JEKA Nimègue Nederland.
- « La mesure de la qualité dans la distribution physique », Logistiques Magazine.
- LAMY Installations Classées
  Éditions LAMY
  21/23 rue des Ardennes
  75935 PARIS Cedex 19
  Tél. : 08 825 08 08 00 – Fax : 01 44 72 13 88
- LAMY Logistique
  Éditions LAMY
  21/23 rue des Ardennes
  75935 PARIS Cedex 19
  Tél. : 08 825 08 08 00 – Fax : 01 44 72 13 88
- *Le guide de la manutention* (fondamentaux et cas pratiques vu par un constructeur de chariots), ATLET.
- *Le rapport Qualité/Temps* (3 volumes) (une étonnante approche psychologique), CHRONOPOST SA.
- *Les cahiers de l'entreposage*, AFT-IFTIM, Éditions Celse, 68, rue Cardinet, 75017 PARIS, tel : 01 42 67 41 23.
- *Les entrepôts aujourd'hui, Gérer le changement,* Brochure éditée par le groupe Ingénierie de Factory Mutual.
- Morin M., *Les magasins de stockage,* (quelques fondamentaux), Éditions d'Organisation, épuisé.
- Proth J. M. and Hillion H. P, *Mathematical Tools in Production Management* (pour les matheux), Plenum Publishing Corporation, 233, Spring Street New York 10012-1578.
- Règlements et documents divers concernant les matières dangereuses
  FORM-EDIT
  5, rue Janssen BP 25
  75921 PARIS Cedex 19
  Tél. : 01 42 01 49 49 – Fax : 01 42 01 90 90
- Roux Michel, *Appels d'offres Rédiger, Répondre, Analyser* (nombreux exemples tirés de projets logistiques), Eyrolles, 2007.
- Roux Michel et Liu Tong, *Optimisez votre plate-forme logistique,* (les outils méthode, un guide d'audit, des exercices corrigés), Éditions d'Organisation, 2004.
- Thomas M., *Gestion des stocks par MCPN*, PUF Collection Gestion, 1992.
- *Warehouse Manual* (autant d'auteurs que de chapitres mais aucun chiffre)
  United Kingdom Warehousing Association
  Walter House, 418/422 Strand
  London WCR2 OPT

- Westney Richard E, *Gestion des petits projets, Techniques de planification, d'estimation et de contrôle* (le plus complet des ouvrages sur le sujet), AFNOR Gestion, 1991.

PÉRIODIQUES

- Interfaces Logistiques
  Éditions Somia
  15, rue du Puits de l'Ermite
  75005 PARIS
- Le Journal de la Logistique
  2, rue du nouveau Bercy
  94220 CHARENTON-LE-PONT
  Tél. : 01 58 73 11 50] Fax : 01 58 73 11 68
- Logistiques Échos
  EDG Communication
  5, avenue de la République
  75130 PARIS Cedex 11
- Logistiques Magazine
  1, avenue Edouard Belin
  92856 RUEIL-MALMAISON
  Tél. : 01 41 29 75 26
- Stratégie Logistique
  12-14 rue Médéric
  75815 PARIS Cedex 17
  Tél. : 01 56 79 41 00 – Fax : 01 56 79 43 75
- Supply Chain Magazine
  19, rue Saint Georges
  94700 MAISONS-ALFORT
  Tél. : 01 48 93 18 65 – Fax : 01 43 76 27 74

3. PUBLICATIONS DE L'INRS

Ces documents sont cités dans la bibliographie générale plutôt que dans l'énumération des textes concernant la sécurité car ils débordent très largement ce cadre.

On peut se les procurer auprès de la CRAM de sa région gratuitement ou à un prix très modique eu égard à leur grande qualité pour la plupart.

- TJ 18 Manutention manuelle. Aide-mémoire juridique
- ED 35 Transpalettes manuels
- ED 36 Transpalettes électriques à conducteurs accompagnant
- ED 42 Sièges à suspension pour chariots élévateurs
- ED 70 Passage des charges palettisées. Contrôle de l'accès des personnes

Mémento pratique

- ED 266 La prévention des accidents au cours des opérations de cerclage, manutention et décerclage
- ED 623 Intégration de la sécurité dans la conception des machines et des appareils
- ED 715 Circulation dans l'entreprise
- ED 717 Batteries… Chargez !
- ED 718 Conception des lieux de travail. Démarches, méthode et connaissances
- ED 766 Chariots de manutention automoteurs. Manuel de conduite
- ED 770 Machines et équipements de travail. Mise en conformité
- ED 771 Les rayonnages métalliques
- ED 773 Conception des lieux de travail. Obligations des maîtres d'ouvrage
- ED 776 Méthode d'analyse des manutentions manuelles
- ED 804 Conception des équipements de travail et des moyens de protection
- ED 812 Chariots automoteurs de manutention. Choix et utilisation
- ED 814 Comment améliorer vos manutentions
- ED 1468 Référentiel pour la formation pour le certificat de capacité professionnelle à la conduite de chariots.

4. Sitographie

Associations		
	AFILOG	www.afilog.eu
	ASLOG	www.aslog.org
	CISMA (Syndicat des équipements pour Construction, Infrastructures Sidérurgie et Manutention)	www.cisma.fr
	FEDIMAG	www.fedimag.com
	GALIA (Groupement pour l'Amélioration des Liaisons dans l'Industrie Automobile)	www.galia.com
Forums		
	Forum français	www.e-logisticien.com
	Forum suisse	www.lomag-man.org
	Forum américain	www.warehousingforum.com
Conseil en supply-chain		
	Cap Gemini	www.fr.capgemini.com
	Newton Vaureal Consulting	www.newtonvaureal.com
	PEA	www.pea.fr

.../...

.../...

Ensemblier bâtiment		
	GSE	www.gse.fr
Ingénierie bâtiment		
	SNC – LAVALIN Europe	www.snclavalin.com
Bâtiments provisoires		
	Locabri	www.locabri.com
Dalles haute planéité		
	SIB BORDAS	www.sibbordas.fr
Palettiers et casiers		
	BPS Équipements (stockage mobile)	www.bps-equipements.com
	Esmena (tous stockages)	www.metalog.fr
	Interroll (stockage par accumulation)	www.interroll.com
	Mobile Store AG (stockage mobile)	www.mobilestore.ch
	Polypal (tous stockages)	www.polypal.fr
	Provost (tous équipements de stockage)	www.provost.fr
	SOGERIC (tous stockages)	www.sogeric.fr
	SSI Schäfer (tous stockages)	www.schäfer-peem.com
Constructeurs transitiques		
	Portail général	www.mecahand.com
	Apollo France (convoyeurs hélicoïdaux)	www.apollo.france.com
	Caljan	www.caljanritehite.fr
	CFC	www.cfc.tm.fr
	Cinetic Transitique	www.cinetic-industries.com
	Convey	www.gdconvey.com
	Dematic	www.dematic.com
	Distrisort	www.distrisort.com www.eurosort.com
	Fabricom	www.fls.be
	FKILogistex	www.fkilogistex.com
	Kardex (stockeurs rotatifs)	www.kardex.fr
	Kasto (stockage de produits longs)	www.kasto.fr
	Knapp	www.knapp.com
	Mantion Manutention (convoyeurs aériens)	www.mantion-manutention.com
	Savoye (ensemblier)	www.savoyelogistics.com
	SDI Industries (trieurs)	www.sdi-industries.fr

.../...

.../...

	Seremap	www.seremap.com
	SFA Euromat (stockeurs rotatifs)	www.sfa-euromat.com
	Schaefer	www.ssi-schafer-peem.com
	Shuttleworth (convoyeurs spéciaux accumulation sans pression, conformes agroalimentaire)	www.shuttleworth.com
	SOCO System	www.socosystem.com
	Viastore	www.viastore.com
	Witron	www.witron.fr
Put to light		
	L4-Logistics	www.L4-logistics.fr
	Équinoxe France	www.equinoxeurope.com
Tables élévatrices		
	Bolzoni Auramo	www.bolzoni-auramo.com
Treuils et levage		
	Huchez	www.huchez.fr
Filmeuses		
	AETNA	www.aetnagroup.com
Constructeurs chariots		
	Aprolis	www.aprolis.com
	ATLET	www.atlet.com
	BT	www.bt-france.com
	Caterpillar	www.catlifttruck.com
	Crown	www.crown.com
	Fenwick	www.fenwick-linde.com
	Hyundai	www.hyundai.be
	Jungheinrich	www.jungheinrich.fr
	KOMATSU	www.makolift.com
	Loc	www.loc.fr
	Nissan	www.nissan.fr
Chariots autoguidés (AGV)		
	BA Systèmes	www.basystemes.com
	Elettric80	www.elettric80.it
Accessoires de chariots		
	Bolzoni	www.bolzoni-auramo.com
	Cascade	www.cascorp.com
	KAUP	www.kaup.de
	Meyer	www.meyer-sz.de

.../...

.../...

	RollerForks	www.telescopicforks.com
	Altib	www.altibfrance.com
	Emily	www.emily.fr
Manutention sur coussins d'air		
	IMS	www.imsmanut.com
Pesage		
	Balea	www.balea.com
	Pick to light systems	www.ptlsystems.com
Quais		
	Expresso	www.expresso-france.com
	Hörmann	www.hormann.fr
	Legras (chargement global)	www.legras.fr
	Schiltz (tous équipements)	www.schiltz.fr (site remarquable !)
	Space (chargement global)	www.spaceautomazione.it
Agrès spécifiques		
	Feil	www.feil-logistic.com
	Manubob	www.manubob-indistrie.fr
	MDM	www.mdm.fr
	Schoeller Wavin Systems	www.gltplus.fr
	Madinpack	www.madinpack.fr
	IMP	www.impvisual.com
	Storoll	www.manuline.fr
Palettiseurs		
	Apollo France	www.apollo.france.com
	SOCO System	www.socosystem.com
Retourneurs, changeurs de palette		
	EASY – TEC	www.easytec-online.com
	Europal	www.europal.net
	Spengler Impex SARL	www.spenglerimpex.ch
	Toppy	www.toppyitalia.com
Accessoires divers		
	Storoll	www.manuline.fr
Signalétique		
	JEKA	www.jeka.nl
	INOTEC	www.inotec.fr
	MMS (marquage magnétique système)	www.mms-magnetique.fr
Logiciels de gestion d'entrepôts (WMS)		

.../...

.../...

	ACTEOS	www.acteos.com
	ALDATA	www.gold-solutions.com
	ASIS	www.a-sis.com
	DL Consultant	www.dlconsultant.com
	HARDIS	www.reflex-logistics.biz
	INFFLUX	www.infflux.com
	MANHATTAN ASSOCIATES	www.manh.com
Identification automatique		
	A3DIS Matériel et services	www.a3dis.com
	SEGEPAR (matériel et logiciel traçabilité)	www.segepar.com
	Datalogic Lecteurs de codes	www.datalogic.com
	Interscan Systèmes (matériel et logiciel traçabilité)	www.interscan.fr
	RFID	www.rfid-hanbook.de
	RFID	www.guide-informatique.com
	RFID	www.eannet-france.org
	RFID	www.gencod-ean.fr
	RFID	www.wikipedia.org
	RFID	www.perifem.com
Logiciels d'optimisation de chargement		
	Optilogistic	www.optilogistic.fr
	Tops Engineering	www.topseng.com
	Terciel	www.packlogistic.com
Logiciels d'optimisation de tournées		
	Routing International Winroute	www.routing.be
Terminaux radio		
	Psion Teklogix	www.psionteklogix.com
Traçabilité		
	GS1 France (ex GENCOD EAN)	www.EANnet-France.org
	GS1 France (ex GENCOD EAN)	www.tracabilite.org
	Segepar	www.segepar.com
	Tracenews	www.tracenews.info
Batteries		
	Exide	www.exide.com
	Hawker	www.enersys-hawker.com
Déménagement d'entrepôts		
	Chambre syndicale	www.csdemenagement.fr

.../...

.../...

Formation		
	ARKOS	www.arkos.fr
	IML	iml@aft-iftim.com
	EDTL	www.edtlisti.com
	ESC Marseille	www.esc-marseille.fr
	ESSEC	www.essec.fr/eme
	ISLI	www.bordeaux-bs.edu
	LOGISTIQUE.COM	www.logistique.com
	SUPELEC	www.supelec.fr
Presse technique		
	Le journal de la logistique	www.worldex.fr
	Interfaces logistiques	www.interfaces-logistiques.com
	Stratégie logistique	www.strategielogistique.com
	Supply Chain Magazine	www.supplychainmagazine.fr
	Magazine canadien	www.logistics-mag.com
Sécurité		
	Guide des installations classées	http://aida.ineris.fr
	INRS	www.inrs.fr
	CNPP Documents, formations et conseils	www.cnpp.com
	AXELENT Grillages de protection (arrière palettier, zones dangereuses)	www.axelent.com
	Triax Écluses de mezzanine	www.triax-securite.com
	Troax Protections grillagées	www.troax.com
	FMI Lignes de vie	www.fmiweb.net
	Sick Capteurs de sécurité	www.sick.de
	Codesoft4 Impression d'étiquettes de sécurité	www.codesoft.com

GLOSSAIRE

ABC- *ABC*
L'analyse ABC (ou classification ABC) consiste à diviser une population de références en trois groupes. Le premier groupe représente environ 20 % des références qui constituent souvent 80 % de l'activité du magasin. Le troisième groupe comprend souvent 50 % des références qui ne constituent que 5 à 10 % des mouvements. Le groupe B rassemble les références intermédiaires.

Ce mode de classement s'appelle aussi "classement de Pareto", du nom de l'économiste italien. On parle souvent aussi de "loi des 80-20".

ABC - *ABC*
« Activity based costing » autre démarche utilisée dans le cadre d'une réflexion sur l'amélioration des coûts de production.

Alvéole - *Compartment*
Espace d'un palettier compris entre deux échelles verticales et deux lisses horizontales, ou une lisse et le sol, ou une lisse et le plafond.

APD - *Draft project*
Voir avant-projet détaillé.

APS - *Pre project*
Voir avant-projet sommaire.

Article - *Item*
Équivalent de référence. L'article est la plus petite entité physique entreposée dans le magasin. L'article définit la taille, le volume, la couleur, le conditionnement, la langue des étiquettes ou tout ce qui peut différencier deux objets l'un de l'autre.

Avant-projet détaillé - *Draft project*
Étude qui, à partir des données de l'A.P.S., va permettre d'élaborer des documents techniques suffisamment précis pour consulter des entreprises et des fournisseurs.

Avant-projet sommaire - *Pre project*
Étape d'un projet, cette phase d'étude explore et compare les différentes solutions possibles pouvant satisfaire l'expression d'un besoin industriel pour préconiser la meilleure.
En abrégé : A.P.S., à ne pas confondre avec Advanced planification system.

Allée de service - *Aisle*
Allée située entre deux rangées de palettiers.

Allée de circulation - *Aisle*
Allée desservant les allées de service.

B to B - *Business to business (B2B)*
Qualifie les flux logistiques entre une société et d'autres sociétés.

B to C - *Business to consumer (B2C)*
Qualifie les flux logistiques entre une société et des consommateurs particuliers.

Butée arrière - *Compartment end stop*
Appelé encore butée de sécurité ou arrêtoir de protection, il s'agit d'un profil métallique, parallèle aux lisses d'un palettier et situé à l'arrière des alvéoles, destiné à arrêter une palette dans le cas d'une fausse manœuvre d'un cariste.

CACES
Certificat d'Aptitude à la Conduite En Sécurité. Sanctionne une formation de caristes sur un type de chariot. Il existe 6 CACES différents.

Casage - *Putaway*
Rangement d'une palette à l'intérieur d'un palettier**.**

Classe A - *Fast moving*
Articles à rotation rapide dans un classement ABC.

Classe B - *Medium moving*
Articles à rotation moyenne dans un classement ABC.

Classe C - *Low moving*
Articles à faible rotation moyenne dans un classement ABC.

Clustering
Démarche stratégique qui consiste à regrouper dans un même entrepôt les stocks de sociétés, quelquefois concurrentes, dont les produits doivent être distribués aux mêmes clients et ceci afin d'optimiser les coûts de transport par mutualisation.

Combi - *Stock picker*
Abréviation de chariot combiné. Ce chariot, destiné aux allées étroites, permet non seulement de transférer des palettes mais aussi d'effectuer des prélèvements en hauteur, à l'intérieur d'un palettier, grâce à sa nacelle élevable.

Contrôle gabarit - *Profile check*
Opération, le plus souvent automatique, contrôlant que les dimensions d'une charge sont compatibles avec sa manutention dans le magasin.

Corbeaux - *Knee support*
Consoles en extrémité de palettier, destinées à recevoir, momentanément, une palette avant que celle-ci ne soit reprise par un chariot qui n'a ainsi pas besoin de quitter son allée. On parle aussi de "perroquets" ou de « porte-à-faux ».

Cross docking - *Cross docking*
Organisation permettant à un produit de passer directement du quai arrivée au quai départ, sans transiter à l'intérieur du magasin. Cette disposition tend les flux en raccourcissant les délais.

Cycle combiné - *Combined cycle*
Ensemble des opérations élémentaires comprenant la prise d'une charge par un chariot ou un transtockeur, sa rentrée dans le magasin, la prise d'une autre charge déjà stockée et sa sortie du magasin sans passage intermédiaire par l'origine.

Cycle simple - *Simple cycle*
Ensemble des opérations élémentaires comprenant la prise d'une charge par un chariot ou un transtockeur, le rangement dans le palettier et le retour, à vide, à la position d'origine ou l'opération inverse.

Diagnose - *Diagnosis*
Analyse rapide de la nature d'un produit sans préjuger de la qualité intrinsèque de ce produit. Contrôle notamment effectué à l'arrivée des matières premières dans le magasin d'un laboratoire pharmaceutique.

Dossier de consultation - *Inquiry file*
Ensemble des documents techniques et administratifs qui vont constituer les appels d'offre.

Drive in - *Drive in*
Genre de palettier permettant un stockage par accumulation. Implantation en impasse. Exploitation en LIFO.

Drive through - *Drive through*
Genre de palettier permettant un stockage par accumulation. Implantation traversante. Exploitation en FIFO.

EAN - *EAN*
Acronyme de European Article Number. Norme européenne concernant l'identification des produits du commerce à l'aide d'un code à barres. Cette norme est compatible avec la norme américaine UPC, ce qui la rend pratiquement universelle.

Écart d'inventaire - *Discrepancy*
Ecart existant entre le stock physique réel et les données théoriques correspondantes du système informatique.

Échelle de rive - *End access ladder*
Échelle en extrémité de palettier qui se trouve donc le long des allées de circulation.

EDI - *EDI*
Echange de Données informatiques.

ERP - *ERP*
Acronyme de Enterprise Requirement Planning. Ce terme recouvre la famille des logiciels, dits intégrés, qui traitent l'ensemble des fonctions de l'entreprise autour d'une base de données unique. Ils sont une extension des logiciels de gestion de production de type MRP.

Étude de sensibilité - *Sensitivity analysis*
Simulations successives qui permettent de connaître les effets que les variations d'un paramètre ont sur une valeur. Ce genre d'étude détermine l'influence relative des différents paramètres et met en évidence leur éventuelle non-proportionnalité.

Extrapolation - *Extrapolation*
Les coefficients d'extrapolation permettent de prendre en compte dans un dimensionnement les variations qualitatives et quantitatives de l'activité dans le moyen terme, à l'horizon des 5 ans par exemple.

FEFO - *FEFO*
First expired : first out, c'est-à-dire premier périmé : premier sorti (règle de gestion de stock pour les produits à date de péremption).

FIFO - *FIFO*
First in, first out, c'est-à-dire premier entré : premier sorti (règle fréquente de gestion de stock).

Filoguidage - *Automatically guided vehicle*
Technique qui permet de guider un chariot au moyen de fils noyés dans le sol. Ces fils, en émettant des fréquences adaptées, indiquent au mobile l'itinéraire qu'il doit suivre. L'abréviation anglaise est AGV qui couvre d'autres modes de guidages.

Gestion de magasin - *Warehouse management*
La gestion de magasin concerne tout ce qui touche aux flux physiques des articles en magasin : adresses physiques de stockage, préparation de commandes, etc.

Gestion de stock - *Stock management*
La gestion des stocks définit et valorise les références qui doivent être en magasin, en quelle quantité, à quelle date.

GPAO - *Production control information system*
Gestion de Production Assistée par ordinateur.

ICPE
Installations classées pour la protection de l'environnement.

Interface - *Interface*
Ensemble matériel et logiciel qui permet de relier plusieurs systèmes d'automatisme ou d'informatique.

Inventaire - *Inventory*
Opération qui permet de connaître le nombre exact d'articles en magasin. Accessoirement cette opération peut également permettre de déterminer les emplacements où se trouvent les articles.

Inventaire permanent - *Perpetual inventory*
Appelé aussi inventaire informatique, ce type d'inventaire est le résultat de la tenue informatique de l'état des stocks en temps réel. Ce type d'inventaire ne peut être obtenu qu'avec des systèmes informatiques parfaitement fiables qui ajoutent les entrées au stock précédent et décomptent les sorties.

Inventaire physique - *Physical inventory*
Forme d'inventaire dans laquelle des magasiniers contrôlent *de visu* l'existence des articles et leur nombre.

J + 1 - *Order day 1, Deliver day 2*
Organisation dans laquelle une commande, reçue le jour J, est livrée le lendemain.

KAIZEN - *KAIZEN*
Philosophie et méthode d'amélioration continue d'origine japonaise.

Kitting - *Kitting*
Opération de prélèvement de composants nécessaires à un lot de fabrication. Cette opération correspond au picking mais pour un usage interne.

Levée libre - *Free fork lift*
Hauteur de levage qu'un équipement peut atteindre sans déplacer son ou ses mâts.

LIFO - *LIFO*
Last in, first out : c'est-à-dire dernier entré, premier sorti (règle exceptionnelle de gestion des stocks). Cette règle n'est guère utilisée sauf, quelquefois, dans le commerce alimentaire de produits frais.

Ligne de commande - *Order line*
Partie de commande qui ne concerne qu'une seule référence. Certaines commandes peuvent ne comporter qu'une seule ligne. On dit aussi tout simplement ligne.

Lisse - *Supporting beam*
Poutrelle horizontale supportant les palettes dans un palettier.

Logiciel d'application - *Software*
Logiciel qui est développé, sur mesure, pour un seul client et souvent un seul site. Il s'oppose à progiciel.

Machine de préparation de commandes - *O.A.S.*
Équipement qui permet de prélever automatiquement des articles et de les regrouper par commande. Le sigle anglais signifie « Order Assemby System ».

Maître d'ouvrage - *Owner*
Propriétaire de l'investissement.

Maître d'œuvre - *Design and construction manager*
Concepteur et responsable de la qualité de la réalisation d'un projet.

One to one - *One to one*
Qualifie les flux logistiques entre deux sociétés.

Opto guidage - *Optical guiding*
Technique qui permet de guider un chariot au moyen de bandes de couleur tracées sur le sol.

Palette perdue - *Single use pallet*
Palette de faible coût, et souvent de piètre qualité, qui n'est destinée qu'à servir une seule fois. À proscrire impérativement dans un stockage automatique ou en hauteur.

Palette prisonnière ou captive - *Stack pallet*
Palette qui, en principe, ne quittera jamais son magasin d'affectation.

PCAO - *Pick to light*
Préparation de Commande Assistée par Ordinateur. Système automatique dans lequel un voyant s'allume à l'endroit où l'on doit effectuer un prélèvement.

PCB - *Outer*
Acronyme de « Par combien », conditionnement, le plus souvent carton, constitué de SPCB ou d'UV. Voir SPCB.

Perroquet - *Knee support*
Voir corbeaux.

PERT - *PERT*
Planning Evaluation and Review Technic. Appelé aussi "méthode du chemin critique", le PERT est une méthode d'établissement et de gestion de planning.

Pick and Pack - *Pick and Pack*
Organisation dans laquelle les prélèvements détail sont immédiatement placés dans le carton d'expédition.

Pick and Sort - *Pick and Sort*
Organisation dans laquelle les prélèvements sont dirigés vers une machine de tri. Voir « Pick to belt ».

Pick then Pack - *Pick then Pack*
Organisation dans laquelle les prélèvements détail ne sont pas mis en carton lors du prélèvement, mais en bout de chaîne de préparation.

Pick to Clean - *Pick to Clean*
Organisation dans laquelle les prélèvements seront ordonnancés pour épuiser dès que possible les agrès.

Pick to Belt - *Pick to Belt*
Organisation dans laquelle les produits prélevés sont directement placés sur un convoyeur de drainage à destination d'un système de tri. Voir « Pick to Sort ».

Picking - *Picking*
Opération de prélèvement des articles dans un lieu de stockage pour constituer une commande.

Plate-forme - *Transhipment point*
Établissement de passage des transporteurs plus dédié aux opérations de cross docking qu'au stockage proprement dit.

POKA YOKE
Démarche d'origine japonaise visant à réduire préventivement les risques d'erreurs, notamment par des détrompeurs. Ce système a des applications en magasin particulièrement dans les aides aux prélèvements.

Préparation des colis standard - *Box moving*
Encore appelée préparation de préemballés, comme son nom l'indique, elle ne concerne pas la préparation de détail, à l'UC. Préparation ne nécessitant pas de reconditionnement.

Préparation de commandes - *Order picking*
Ensemble des opérations qui permettent de sortir du magasin tous les articles objets d'une commande client et, éventuellement, de les regrouper avant expédition.

Progiciel - *Software package*
Contraction de "produit" et de "logiciel". Il s'agit d'un programme développé pour de multiples utilisateurs. Il s'oppose à logiciel d'application.

Quarantaine - *Quarantine*
Statut d'une référence à laquelle il est interdit de toucher avant l'obtention de résultats favorables d'une ou plusieurs analyses.

Rafale - *Wave*
Ensemble de commandes préparées simultanément. Synonyme de « Vague ».

Rangée - *Bay*
Ensemble des travées de palettier constituant un côté d'une allée de service.

Rappel - *Recall*
Opération lancée pour provoquer le retour d'articles en magasin pour diverses raisons comme une non-conformité découverte après expédition.

Réapprovisionnement - *Replenishment*
Complètement d'un stock dans une zone de picking.

Recette ou réception - *Commissioning*
Constat contradictoire, exécuté par un client et son fournisseur, de la correspondance entre ce qui a été commandé et ce qui est effectivement livré.

RLI - *LAN*
Réseau Local Industriel. Technique de transmission d'informations en série à plus ou moins grand débit. Les réseaux font désormais, pour la plupart d'entre eux, l'objet de normalisation.

Saisonnalité - *Seasonal variation*
Propriété d'un processus qui varie de façon significative en fonction des heures, des jours, des semaines ou des mois.

Simulation - *Simulation*
Traitement informatique permettant d'évaluer des grandeurs qui ne sont pas directement calculables parce que trop dépendantes de variables aléatoires. Les logiciels de simulation sont pour la plupart construits à partir de la théorie des files d'attente. Toute simulation nécessite une modélisation.

SKU - *Stock keeping unit*
Référence. Une référence correspond à une ligne de commande. En article d'habillement, par exemple, un SKU correspond à une entité Référence/Coloris/Taille, RCT pour les spécialistes.

Slotting
Affectation de l'adresse de stockage la plus pertinente à une référence en fonction de critères bien définis comme famille logistique, classe de rotation, poids, etc.

SPCB - *Inner*
Acronyme de « Sous par combien », conditionnement multiple d'UV et sous-multiple de PCB. Voir PCB.

Stock de masse - *Bulk*
Stockage au sol de charges le plus souvent gerbées.

Supply Chain Management - *Supply chain management*
SCM en abrégé, organisation systémique concernant l'ensemble de la chaîne logistique.

Système à tolérance de panne - *Fault tolérant system*
Système automatique ou informatique possédant des fonctions redondantes qui permettent de maintenir un certain niveau d'exploitation malgré la présence d'une panne localisée.

Temps réel - *Real time*
Se dit d'un traitement informatique qui est exécuté au fur et à mesure des besoins avec des contraintes de temps de réponse. Il s'oppose au traitement batch.

Terminal embarqué - *Vehicle mounted terminal*
Un terminal embarqué est un écran clavier, ou même un micro-calculateur installé au poste de conduite d'un cariste et relié au calculateur de gestion du magasin.

Traçabilité - *Tracability*
Aptitude à suivre un produit à la trace et à reconstituer son « *curriculum vitae* » : trajectoire, dates de passage, intervenants concernés, véhicules empruntés, etc.

Traitement batch - *Batch processing*
Se dit d'un traitement informatique qui s'effectue d'un seul jet, une ou deux fois par jour. Il s'oppose au traitement en temps réel qui, lui, a des contraintes sévères de temps de réponse.

Transtockeur - *AS / RS*
Équipement de manutention autorisant le déplacement de palettes dans les trois directions : translation, levage et mise en palettier. Le sigle anglais signifie : Automatic Storage and Retrieve System. Quelquefois improprement utilisé, le terme stacker crane correspond en fait au pont gerbeur.

Travée
Ensemble des alvéoles superposées entre deux échelles.

Unité de consommation - *Sale unit*
Conditionnement élémentaire d'un article. Equivalent de l'unité de vente.

Unité de stockage - *Stock unit*
Conditionnement des articles dans l'entrepôt. Un même article peut se trouver sous plusieurs conditionnements : palettes, cartons, unités de consommation.

Vague - *Wave*
Ensemble de commandes préparées simultanément. Synonyme de « Rafale ».

WMS - *WMS*
Acronyme de Warehouse Management System. Terme de plus en plus souvent utilisé pour désigner les logiciels ou progiciels de gestion d'entrepôt.

INDEX

Mémento pratique